

Fachbrief 4 Mathematik

1. Vorgaben für den MSA 2007
2. „Probeabitur“ am 24.10.2006
3. Operatoren
4. Was ist neu im 11. Jahrgang?
5. CAS-Einsatz
6. Taschenrechner im Zentralabitur

Christian Bänsch
Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport, I D 7
Beuthstraße 6 - 8
10117 Berlin
christian.baensch@senbjs.verwalt-berlin.de

Ihre Ansprechpartnerin im LISUM:
angelika.reiss@lisum.verwalt-berlin.de

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

der nun vorliegende, vierte Fachbrief Mathematik enthält Informationen zu sechs Themen:

1. Inhaltliche Vorgaben für den zweiten mittleren Schulabschluss im Jahr 2007. Dazu zitiere ich aus dem Entwurf der Übergangsregelungen zur Einführung der neuen Rahmenlehrpläne für die Sek. I.
2. Zur Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf das Zentralabitur wird im Herbst eine Probeklausur angeboten. Die inhaltlichen Voraussetzungen dafür finden Sie hier.
3. Viele Bundesländer, die ein Zentralabitur haben, verwenden Operatorenlisten, um für alle Beteiligten die Klarheit und Verständlichkeit der Arbeitsanweisungen in Aufgaben zu erhöhen. Auch in einigen EPA, z. B. in Physik, findet sich eine solche Liste. In Anlehnung daran und auf der Grundlage der Listen anderer Bundesländer wird hier eine Operatorenliste für Mathematik veröffentlicht. An ihr orientiert sich das Entwicklerteam der Abituraufgaben, sie sollte aber auch in Ihren Aufgabenformulierungen der Sek. I und der Sek. II für den Unterricht oder für schriftliche Lernerfolgskontrollen beachtet werden.
4. Die neuen Rahmenlehrpläne Sek. II, die das gemeinsame Kerncurriculum der Bundesländer Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern enthalten, sind fertig gestellt. Sie erhalten hier die für die Planung Ihres Unterrichts für das kommende Schuljahr in der E-Phase wesentlichen Informationen.
5. In vielen Bundesländern ist der Einsatz von Computeralgebrasystemen (CAS) im Mathematikunterricht schon weiter verbreitet als in Berlin. Der Fachbrief enthält Hinweise und Tipps, die Ihnen einen Einstieg oder eine Ausweitung des CAS-Einsatzes erleichtern können.
6. Ich hoffe, hier die Frage der für das Zentralabitur zugelassenen Taschenrechner nun noch besser und präziser geklärt zu haben.

Die Fachverantwortlichen der Schulen werden gebeten, diesen Fachbrief den unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen zur Verfügung zu stellen. Er wird auch unter www.senbjss.berlin.de veröffentlicht. Ich danke dem Entwicklerteam für die Aufgaben des Zentralabiturs und der Rahmenlehrplankommission Sek. II für ihre Zuarbeit.

Für Hinweise und Anregungen für weitere Fachbriefe wäre ich dankbar.

Mit freundlichen Grüßen

Im Auftrag

Chr. Bänsch

1. Der zweite mittlere Schulabschluss 2007

Die Schülerinnen und Schüler, die im kommenden Schuljahr den mittleren Schulabschluss ablegen, sind drei Jahre nach dem alten Rahmenplan unterrichtet worden und werden im Schuljahr 2006/07 an Hand der Übergangsregelungen zum neuen RLP unterrichtet werden. Die vollständigen Übergangsregelungen werden per Rundschreiben veröffentlicht.

Die Übergangsregelung für den betroffenen Jahrgang sieht - bezogen auf die für den MSA relevanten Ein- und Zwei- Schlüsselbereiche (↔ und ↔↔) - vor:

Klassenstufe (Schuljahr)	Jahrgang, der im Schuljahr 2006/2007 erstmals in Klassenstufe 10 nach dem neuen Rahmenlehrplan unterrichtet wird
7/8, 9 (2003/04 bis 2005/06)	Diese Jahrgangsstufen wurden nach dem alten Plan unterrichtet. Elementare Wahrscheinlichkeitsrechnung, beschreibende und beurteilende Statistik und eine veränderte Sicht auf funktionale Abhängigkeiten fehlen noch.
10 (2006/07)	P4 9/10 Situationen mit quadratischen Funktionen und Potenzfunktionen beschreiben Themen des alten Planes zur Potenzrechnung sollen integriert werden; allgemeine quadratische Funktionen können entfallen. Die Potenzrechnung ist auf das Notwendige zu beschränken. P5 9/10 Mit Winkeln und Längen rechnen P6 9/10 Wachstum und Zerfall mit Funktionen beschreiben P7 9/10 Körper herstellen und berechnen

Die Drei-Schlüsselanteile (↔↔↔) des RLP sind für den MSA nicht relevant. Um der bisherigen Festlegung der Voraussetzungen für den MSA möglichst nahe zu kommen, wird festgelegt:

1. Aus den Jahrgangsstufen 7 bis 9 (des alten Rahmenplans) kann alles „drankommen“.
2. P6 ist nicht Bestandteil der Prüfungsarbeit.
3. Auf die Stochastik wird (noch) verzichtet, aber wie bisher kann die Auswertung einfacher Diagramme und Statistiken, z. B. mit Mitteln der Prozentrechnung, vorkommen.
4. Quadratische Funktionen kommen nicht vor, das Lösen quadratischer Gleichungen kann aber vorkommen.
5. Funktionale Zusammenhänge bei trigonometrischen Funktionen kommt nicht vor.

Zu beachten sind die Abschlussstandards - auch die prozessbezogenen - der Jahrgangsstufe 10. Für die inhaltsbezogenen Standards heißt das: Alle Standards im Ein- und Zwei-Schlüsselbereich können geprüft werden, außer den Standards zur Leitidee Daten und Zufall und den folgenden (Teil-) Standards aus dem Bereich funktionaler Zusammenhang:

Die Schülerinnen und Schüler...

- verwenden die Sinusfunktion zur Beschreibung periodischer Vorgänge,
- untersuchen Fragen der Lösbarkeit quadratischer Gleichungen (lösen können müssen sie),
- wenden quadratische und Exponentialfunktionen bei der Bearbeitung von Sachzusammenhängen an (aber lineare Funktionen können vorkommen),
- bestimmen Merkmale von Potenzfunktionen und stellen Beziehungen zwischen Funktions-term und Graphen her.

2. „Probeabitur“ am 24.10.2006

Am Dienstag, dem 24.10.2006 findet das „Probeabitur“ für das Grund- und das Leistungskursfach Mathematik statt. Die Probeklausur dient der Vorbereitung der Prüflinge auf das Zentralabitur. Es ist also sicherzustellen, dass die Prüflinge die Gelegenheit erhalten, diese Arbeit zu schreiben. Natürlich muss die Probeklausur nicht als Semesterklausur gewertet werden. Insbesondere im Grundkursfach hat i. d. R. nur ein kleinerer Teil der Schülerinnen und Schüler des 13. Jahrgangs Mathematik als 3. Prüfungsfach gewählt.

Der Umschlag mit dem Aufgabenset kann einen Werktag vor der Prüfung, also am Montag, dem 23.10., ab 12 Uhr geöffnet werden, um Kopien anzufertigen. Der Erwartungshorizont für die Korrektur liegt bei. Ein zentraler Nachschreibtermin ist nicht vorgesehen, es gibt auch keine zentralen Aufgabensets dafür.

Gegenüber dem Zentralabitur 2007 ist das Verfahren insofern entlastet, dass auf die Auswahlmöglichkeit durch die Lehrkräfte verzichtet wird.

Im Leistungskursfach ist die Probeklausur auf Abiturlänge ausgelegt: 270 Minuten inkl. Auswahlzeit. Der Prüfling erhält 5 Aufgaben von etwa demselben Umfang und muss davon drei auswählen und diese dann bearbeiten. Im Grundkursfach ist die Klausur auf 140 Minuten Bearbeitungszeit inkl. 20 Minuten Auswahlzeit ausgelegt; der Prüfling muss zwei von vier vorgelegten Aufgaben bearbeiten. Im Leistungskurs beziehen sich 3 der 5 und im Grundkurs 2 der 4 Aufgaben auf Inhalte der Kurse MA-3 bzw. ma-3. Die übrigen Aufgaben beziehen sich in erster Linie auf die Themen des 12. Schuljahres. Der Auswahlmodus im Probeabitur ermöglicht es den Teilnehmern, diese Aufgaben nicht zu wählen.

Wegen des Zeitpunkts des Probeabiturs muss eine Festlegung der bis zu diesem Zeitpunkt im Unterricht des 3. Kurshalbjahres behandelten Inhalte erfolgen:

Unterrichtsinhalte im Grundkurs ma-3 für die Zeit vom 21.08.2006 bis zum 24.10.2006 (kann im „Probeabitur“ vorkommen)
<ul style="list-style-type: none"> • Ebene und räumliche Vektoren als Pfeilklassen, Operationen mit Vektoren: Addition, Bildung des Gegenvektors, Subtraktion, Multiplikation mit einem Skalar • Kartesisches Koordinatensystem, Koordinatendarstellung von Vektoren, Ortsvektoren • Betrag eines Vektors, Abstände von Punkten • Parameterform einer Geradengleichung für Geraden im Raum • Lagebeziehungen von Geraden im Raum: Parallelität, windschiefe Geraden, Schnittpunkt • Skalarprodukt, Orthogonalität, Schnittwinkel zweier Geraden
Unterrichtsinhalte im Grundkurs ma-3 für die Zeit nach dem Probeabitur 24.10.2006 (kommt nicht im „Probeabitur“ vor)
<ul style="list-style-type: none"> • Ebenengleichungen • Lagebeziehungen zwischen Ebene und Gerade • Lagebeziehungen von zwei Ebenen • Abstandsberechnungen • Kugelgleichung

Unterrichtsinhalte im Leistungskurs MA-3 für die Zeit vom 21.08.2006 bis zum 24.10.2006 (kann im „Probeabitur“ vorkommen)
<ul style="list-style-type: none"> • Ebene und räumliche Vektoren als Pfeilklassen, Operationen mit Vektoren: Addition, Bildung des Gegenvektors, Subtraktion, Multiplikation mit einem Skalar • Kartesisches Koordinatensystem, Koordinaten- / Komponentendarstellung von Vektoren, Ortsvektoren, Betrag eines Vektors, Abstände von Punkten • Parameterform einer Geradengleichung für Geraden im Raum • Lagebeziehungen von Geraden im Raum: Parallelität, windschiefe Geraden, Schnittpunkt • Skalarprodukt, Orthogonalität, Schnittwinkel zweier Geraden
<ul style="list-style-type: none"> • Parameterform, Normalenform und Koordinatenform einer Ebenengleichung • Lagebeziehungen zwischen Ebene und Gerade: Parallelität, Schnittpunkt und Schnittwinkel • Lagebeziehungen von zwei Ebenen: Parallelität, Schnittgerade und Schnittwinkel (Für die Ermittlung einer Gleichung einer Schnittgeraden von zwei Ebenen soll eine Ebenengleichung in Normalen- bzw. Koordinatenform vorliegen.) • Abstandsberechnungen Ebene-Punkt, Ebene-Ebene und Ebene-Gerade
Unterrichtsinhalte im Leistungskurs MA-3 für die Zeit nach dem Probeabitur 24.10.2006 (kommt nicht im „Probeabitur“ vor)
<ul style="list-style-type: none"> • Systeme linearer Gleichungen • lineare (Un-) Abhängigkeit • Abstandsberechnungen Gerade-Gerade und Gerade-Punkt • Geraden- und Ebenenscharen • Kugelgleichung etc. • Vektor- und Spatprodukt

Bei jahrgangsübergreifenden Leistungskursen ist die Teilnahme unproblematisch. Wenn im Schuljahr 2005/06 die Kurse MA-1/2 durchgeführt werden, durchlaufen die Kursteilnehmer, die 2007 ihr Abitur absolvieren, die übliche Kursfolge. Im anderen Fall, wenn im Schuljahr 2005/06 die Kurse MA-3/4 durchgeführt werden und die Prüflinge die Kursfolge MA-3-4-1-2 durchlaufen, müssten alle Aufgaben, die sich auf den Kurs MA-3 beziehen, leicht zu bewältigen sein. Eine Wahl von Aufgaben zu einem anderen Sachgebiet kann aber problematisch sein. Je nach durchgeführtem Unterricht zu Beginn des Schuljahres und den Schwerpunkten der beiden Aufgaben zum MA-1/2 ist eine Einschränkung der Wahlmöglichkeiten im Probeabitur nicht vermeidbar.

Die Schulen, die sich zum CAS-Abitur angemeldet haben, erhalten zusätzlich die CAS-Aufgaben-vorschläge. Die meisten dieser Schulen setzen Taschencomputer ein. Um den Zeitnachteil bei Zeichnungen gegenüber Ausdrucken aus Derive o. ä. auszugleichen, werden insbesondere in der Analysis i. d. R. vorgegebene Zeichnungen zu ergänzen bzw. nachzubearbeiten sein. Das gilt auch im Zentralabitur.

3. Operatorenliste

Mit der aufgeführten Liste ist beabsichtigt, wie in anderen Bundesländern und in anderen Fächern auch für das Berliner Mathematik-Abitur eine verlässliche Grundlage für die Formulierung der häufigsten Arbeitsanweisungen in Mathematik-Klausuren zu schaffen. Sie ist an die entsprechende Liste in Niedersachsen angelehnt. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit - es gibt mehr Formulierungen, die in Mathematikaufgaben verwendbar sind. Es ist nicht ausgeschlossen, dass im Zentralabitur noch andere Operatoren verwendet werden.

Operator	Beschreibung	Beispiel	Anmerkungen
Angeben, Nennen	Ein Ergebnis ohne Rechnung oder einen Sachverhalt ohne Begründung formulieren	Geben Sie den Definitionsbereich an. Nennen Sie drei Verfahren zur ...	
Begründen	„Begründen Sie“ erfordert einen geschlossenen Text, der mathematische Ausdrücke enthalten darf.	Begründen Sie, dass der Funktionsgraph nicht mehr als drei Wendepunkte besitzen kann.	Für „Begründen“ ergeben sich Überschneidungen mit „Beweisen“ und „Zeigen“, wobei dort formale bzw. rechnerische Aspekte eine höhere Bedeutung haben.
Berechnen	Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen	Berechnen Sie die Koordinaten des Punktes S.	Für CAS kann der Zusatz folgen: Führen Sie eine Handrechnung aus; gleichbedeutend mit: Dokumentieren Sie einen Rechenweg, der ohne Einsatz von CAS nachvollziehbar ist. Vgl. Bestimmen.
Beschreiben	Beschreiben erfordert einen geschlossenen Text, aber keine Begründung	Beschreiben Sie die Form der durch ... gebildeten Pyramide	Vgl. Erläutern.
Bestätigen	Siehe Beweisen.		
Bestimmen, Ermitteln	Einen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis angeben oder formulieren	Ermitteln Sie den Schnittpunkt. Bestimmen Sie die Koordinaten des Punktes S.	Vgl. Berechnen.
Beurteilen, Bewerten	Ein fachlich begründetes Urteil zu einem Sachverhalt formulieren	Beurteilen Sie das Verfahren bezüglich seiner Allgemeingültigkeit.	Vgl. Entscheiden.
Beweisen, Bestätigen,, Nachweisen Zeigen	Mathematisch- logisch korrekte Herleitung	Beweisen Sie, dass die Gerade auf sich selbst abgebildet wird.	Vgl. Widerlegen
Entscheiden	Bei verschiedenen Möglichkeiten sich begründet und eindeutig festlegen	Entscheiden Sie, welche der Alternativen die kostengünstigere ist. Entscheiden Sie, welcher Weg der kürzere ist. Entscheiden Sie, welche dieser Funktionen den Sachverhalt besser beschreibt.	Vgl. Beurteilen. Bei diesem Operator steht die eindeutige und begründete Festlegung aufgrund eines Vergleiches im Vordergrund, d. h. Entscheiden heißt nicht nur auswählen.

Operator	Beschreibung	Beispiel	Anmerkungen
Erklären, Erläutern	Einen Sachverhalt oder ein Verfahren in Textform darstellen und durch zusätzliche Informationen oder Darstellungsformen verständlich machen	Erläutern Sie den Bereich sinnvoller Ergebnisse. Erläutern Sie mögliche Lagebeziehungen dreier Ebenen. Erklären Sie die dabei auftretenden Größen.	Vgl. Beschreiben Im Unterschied zur Beschreibung erfordert eine Erläuterung die Darstellung inhaltlicher Bezüge.
Ermitteln	Siehe Bestimmen.		
Erstellen	Einen Sachverhalt in der geforderten Form darstellen	Erstellen Sie eine Wertetabelle.	
Herleiten	Aus bekannten Sachverhalten oder Aussagen heraus nach gültigen Schlussregeln, mit Berechnungen oder logischen Begründungen die Entstehung eines neuen Sachverhaltes darstellen	Leiten Sie die Rekursionsformel ... her. Leiten Sie mithilfe der Produkt- und Kettenregel die Quotientenregel her. Leiten Sie mithilfe der Integralrechnung die Volumenformel für den senkrechten Kreiskegel her.	
Interpretieren	Mathematische Objekte <ul style="list-style-type: none"> als Ergebnisse einer mathematischen Überlegung rückübersetzen auf das ursprüngliche Problem umdeuten in eine andere mathematische Sichtweise 	Berechnen Sie das Integral und interpretieren Sie das Ergebnis. Interpretieren Sie die Bedeutung Ihrer Lösung für die ursprüngliche Frage.	
Klassifizieren	Eine Menge von Objekten nach vorgegebenen oder selbstständig zu wählenden Kriterien einteilen	Klassifizieren Sie die Graphen der Schar...	Eine Begründung der vorgegebenen bzw. der selbstgewählten Kriterien wird gesondert gefordert.
Nachweisen	Siehe Beweisen.		
Nennen	Siehe Angeben.		
Prüfen, Überprüfen	Eine Aussage bestätigen oder widerlegen.	Prüfen Sie, ob der Punkt in der Ebene liegt. Überprüfen Sie ob F eine Stammfunktion von f ist.	
Untersuchen	Eigenschaften von oder Beziehungen zwischen Objekten herausfinden und darlegen	Untersuchen Sie den Graphen von f auf Symmetrie Untersuchen Sie die Lagebeziehung der Geraden.	Je nach Sachverhalt kann ein Strukturieren, Ordnen oder Klassifizieren notwendig sein.
Widerlegen	Nachweisen, dass etwas nicht gilt, ggf. durch ein Gegenbeispiel.		Vgl. Beweisen
Zeichnen, grafische Darstellung anfertigen	Anfertigen einer sauberen grafischen Darstellung auf der Grundlage der exakten Wiedergabe der berechneten Ergebnisse oder der erarbeiteten Sachverhalte	Zeichnen Sie ein Schrägbild des Körpers. Zeichnen Sie den Graphen der Funktion f. Stellen Sie die Daten grafisch dar.	
Zeigen	Siehe Beweisen.		

4. Die E-Phase ab dem Schuljahr 2006/07

In den nächsten vier Jahren steht die Einführungsphase im Zeichen des Übergangs von der 13-jährigen Schulzeit bis zum Abitur hin zur Möglichkeit der 12-jährigen Schulzeit. Für die Schülerinnen und Schüler, die im Schuljahr 2006/07 die 11. Jahrgangsstufe besuchen, gelten in der Qualifikationsphase der Schuljahre 2007/08 und 2008/09 bereits die gemeinsamen Kerncurricula (KC) der Länder Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Da die Schülerinnen und Schüler ab 2007/08 zunehmend mit Fähigkeiten und Fertigkeiten auf der Grundlage der neuen RLP Sek. I in die Einführungsphase kommen werden, wird der Unterricht für den Jahrgang jeweils entsprechend den Voraussetzungen in den einzelnen Klassen anzupassen sein.

Die Vorgaben für den 11. Jahrgang werden Bestandteil der RLP Sek. II sein. Im kommenden Schuljahr muss die 11. Jahrgangsstufe die Brücke zwischen den alten Sek-I-Rahmenplänen und den neuen KC schlagen.

Sie können Ihren Unterricht für das Schuljahr 2006/07 im wesentlichen auf der Grundlage der Curricularen Vorgaben planen und vorbereiten. Die Eingangsvoraussetzungen in die Qualifikationsphase werden damit in jedem Fall erfüllt. Die Gebiete für das erste Halbjahr der E-Phase, Koordinatengeometrie und Funktionen sowie Stochastik, bleiben weitgehend unverändert. Um Vorgriffe in der Analysis auf Inhalte der Kurshalbjahre zu reduzieren, wird es in diesem Gebiet größere Abweichungen gegenüber den Curricularen Vorgaben geben. Darum erhalten Sie für die Analysis für das zweite Halbjahr der E-Phase bereits jetzt eine Zusammenfassung der Unterrichtsinhalte:

Fundamentalebereich Differentialrechnung
<ul style="list-style-type: none">• Lineare, quadratische, exponentielle und trigonometrische Funktionen, Potenzfunktionen• Qualitative Betrachtung von Änderungsraten in Anwendungskontexten• Mittlere Änderungsrate und Sekantensteigung• Lokale Änderungsrate und Tangentensteigung• Graphisches Bestimmen von Ableitungsfunktionen, graphische Rekonstruktion von Ausgangsfunktionen aus einer Ableitungsfunktion• Ableitung der Sinus- und Kosinusfunktion durch graphisches Differenzieren• Ableitungsregeln: Faktor-, Summen- und Potenzregel, Kettenregel bei linearer innerer Funktion• Ableitungsfunktionen von ganzrationalen Funktionen• Monotonie von Funktionen; Monotoniekriterium• Ableitungsfunktionen in Anwendungskontexten• Charakteristische Punkte (Achsenschnittpunkte, Hochpunkte, Tiefpunkte, Wendepunkte) von Funktionsgraphen und in Sachzusammenhängen• Extremwertprobleme, Definitionsbereich der Zielfunktion, Randwertuntersuchungen• Modellieren in Sachkontexten

Für den Unterricht in den noch für vier Jahre bestehenden Profilkursen werden die Inhalte aus den Curricularen Vorgaben übernommen.

5. CAS-Einsatz

Wie in den anderen Bundesländern schreitet der Einsatz moderner Hilfsmittel - Taschencomputer (TC) wie TI-92 oder Voyage 200 bzw. Computeralgebrasysteme (CAS) wie Derive auf PC - im Mathematikunterricht (MU) auch in Berlin voran. Im ersten Zentralabitur nutzen bereits etliche Schulen die Möglichkeit, den CAS-Aufgabensatz bearbeiten zu lassen. Auch wird in den neuen Berliner Rahmenlehrplänen häufig auf den Einsatz moderner Medien, insbesondere des Computers verwiesen. Für Mathematik gilt das in besonderem Maße. Vor diesem Hintergrund werden einige Grundsätze und Empfehlungen zum Computereinsatz im MU gegeben, ergänzt durch Möglichkeiten zur Fort- und Weiterbildung und durch Tipps für die Anschaffung von Rechnern für den MU.

Im dezentralen Abitur hat sich der Computereinsatz an etlichen Schulen bewährt. Auf diese Erfahrungen kann zurückgegriffen werden. Viele Schulen setzen bereits in der Sekundarstufe 1 Taschencomputer ein, zuweilen schon ab Klasse 5.

Neue Schülerkompetenzen

Die weite Verbreitung neuer Medien auch im häuslichen Bereich hat bei den Schülerinnen und Schülern zu neuen Kompetenzen geführt, die schon von der Grundschule aufgegriffen werden. Auch das Internet enthält zahlreiche für den Unterricht verwendbare Möglichkeiten (u. a. zur Erforschung mathematischer Inhalte) und ist wie auch andere Softwareprodukte (Textverarbeitung, Präsentationsprogramme) heute bereits vielen Grundschulern bekannt. Es gilt, schon vorhandene Schülerkompetenzen zu nutzen und altersgemäß auszubauen. Der neue Berliner Rahmenlehrplan lässt hierzu zahlreiche Möglichkeiten.

Software

Computer mit mathematischer Software wie CAS, dynamische Geometriesysteme (DGS), Tabellenkalkulation (TK), Funktionenplotter und Taschencomputer mit CAS, TK oder DGS sind gebräuchliche mathematische Werkzeuge geworden und werden an den Schulen zunehmend Werkzeuge des Mathematikunterrichts. Dazu kommen aufgrund der neuen Anforderungen Präsentationsprogramme für die Präsentationsprüfung als 4. Komponente im MSA und als 5. Prüfungskomponente im Abitur. Da CAS häufig auch Funktionalitäten von TK und DGS enthalten, wird hier nur von CAS-Einsatz gesprochen. Es gibt bereits Programmsysteme, die die Funktionalitäten miteinander vernetzen (z. B. *Geogebra* - frei herunterladbar). Hierdurch ergeben sich zusätzlich besondere didaktisch-methodische Möglichkeiten.

Hardware - Tipps zur Anschaffung von Rechnern für den MU

Für einen MU mit durchgängigem PC-Einsatz in der Breite reichen die an den Schulen vorhandenen Computerräume nicht aus, häufig sind auch die Lerngruppen für ihre Nutzung zu groß. Daher werden zunehmend TC eingesetzt („Handhelds“), so auch in den Berliner CAS-Projekten. Die Vorteile liegen u. a. in der ortsunabhängigen Verfügbarkeit und der leichteren Organisation für Hausaufgaben und bei schriftlichen Arbeiten.

Bei der Realisierung von MU mit CAS gibt es vielfältige Hilfen. Für die Beschaffung ermöglichen die gegenüber PC geringeren Kosten bei TC verschiedene, bereits erprobte Modelle (der Vergleich der Anschaffungskosten eines TC mit einem Paar Markenturnschuhe und die Dauer der Verwendbarkeit kann hilfreich sein). Alle Varianten erfordern aber ein engagiertes Vorgehen der Fachbereichsleitung, zu dem ich Sie ausdrücklich ermutigen möchte. Hierzu einige Tipps; auch Mischformen davon sind möglich und bereits erprobt.

1. Berücksichtigung von Rechneranschaffungen bei den schulischen Finanzkonferenzen
2. Schrittweise Anschaffung von Rechnern
3. Finanzierung durch den Förderverein der Schule

4. Sponsoring, z. B. durch die Vertrieberfirmen von Taschencomputern
5. Nutzung von Finanzierungsmodellen der TC-Herstellerfirmen (Informationen hierzu bei den TC-Firmen im Internet)
6. Ausleihverfahren, bei dem die Schüler einen gewissen Jahresbeitrag zahlen, z. B. 20 €
7. 1. Schritt: Der Unterricht zeigt die Attraktivität des Rechnereinsatzes.
2. Schritt: Dadurch sind erfahrungsgemäß immer wieder Eltern und Schüler/innen ermutigt, selbst Rechner anzuschaffen.
8. Besprechung der Vorteile des Rechnereinsatzes im MU in Elternversammlungen
9. Nach schulinternen Absprachen Hinweis auf Einsatz der Rechner auch in anderen Fächern (Ph, Ch, Bio)

Neue didaktisch-methodische Möglichkeiten

MU mit Computereinsatz führt zu neuen Möglichkeiten beim Erwerb von Kompetenzen, u. a. weil diese dadurch unter zusätzlichen Blickwinkeln genutzt werden können. Die Vielfalt von - realitätsnäheren - Aufgaben und Lösungswegen vergrößert sich, es kommt häufig zu einer erweiterten und vertieften Betrachtung der Inhalte. Veränderte, neue Schwerpunkte des MU mit CAS-Einsatz sind:

- Weniger routinemäßig und zeitraubend rechnen oder zeichnen, dafür besseres Verstehen der Vorgänge
- den Computer nutzen zum Rechnen und Visualisieren, zum Experimentieren, Vermuten, Festigen
- Nutzung vielseitiger, dynamischer und interaktiver Darstellungsmöglichkeiten mathematischer Objekte und Sachverhalte
- Verstärktes Anwenden, Modellieren und Problemlösen, auch mit realitätsnahen Daten
- Schriftliches Dokumentieren wird verstärkt nötig, um die Lösungswege mit CAS verständlich und nachvollziehbar zu machen.

Veränderte Rollen für Lehrkräfte und Schüler/innen

Computergestützter Unterricht führt zu veränderten Lehrer- und Schülerrollen, wie sie heute ohnehin gefordert werden. Einzel- und Gruppenarbeitsphasen in verschiedenen Ausprägungen und mit viel selbständiger Arbeit von Schülerinnen und Schülern sowie Unterrichtsphasen mit der ganzen Klasse wechseln sich ab. Experimentelles und projektartiges Arbeiten erhalten größere Bedeutung. Lehrkräfte werden verstärkt zu Moderatoren, Beratern und Unterrichtsmanagern. Sie müssen auf ganz unterschiedliche Lernprozesse eingehen und dabei immer wieder für eine gemeinsame Basis sorgen. Schülerinnen und Schüler können als Experten eingesetzt werden und entlasten die Lehrkräfte.

Einsatzformen des Computers

Der Computer kann in vielfältigen Formen eingesetzt werden. Er ist ein Werkzeug zur Visualisierung, er ermöglicht experimentelles Arbeiten und wirklichkeitsnähere Aufgabenstellungen. Er entlastet von langwierigen Rechnungen und dem Drill von Algorithmen. Derartige klassische Themen verlieren für die „händische“ Bearbeitung an Bedeutung und werden sich eher auf einfache Beispiele zum Erwerb der unerlässlichen Grundfertigkeiten beschränken. Dafür ergeben sich mittels der neuen Werkzeuge Möglichkeiten, das Verständnis der mathematischen Sachverhalte und Zusammenhänge zu fördern. Modellbilden, das Herstellen von Bezügen und Finden von Zusammenhängen sowie die Reflexion des eigenen mathematischen Tuns erhalten mehr Gewicht. Wie bei Gruppenarbeitsphasen ist auch bei einer längeren Computerarbeitsphase eine zusammenfassende Rückschau unerlässlich. Dem sprachlichen Formulieren mathematischer Sachverhalte kommt damit wieder stärkere Bedeutung zu (Dokumentation von Ansätzen, Arbeitsweg und Arbeitsergebnissen). Die Präsentation mathematischer Arbeitsergebnisse erhält durch neue Prüfungsformen einen erhöhten Stellenwert.

Mathematisch Grundkenntnisse und Computerkompetenzen

Ohne solide fachliche Grundkenntnisse können Schülerinnen und Schüler den Computer nicht sinnvoll einsetzen. Daher muss der MU ein ausgewogenes Verhältnis zwischen dem Erarbeiten der mathematischen Grundlagen, Vertiefungen und Anwendungen sowie den dabei möglichen Formen des Medieneinsatzes finden. Grundlage dafür ist das White Box/ Black Box-Prinzip.

Hierbei wird nach der Einarbeitung in ein Thema an elementaren Beispielen und einer ersten mathematischen Durchdringung (White Box) zur Arbeit mit dem Computer, z. B. mit vom vorgegebenen oder selbstdefinierten Modulen übergangen (Black Box). Häufig ist der Computer auch schon in der Einarbeitung nützlich, weil man sich ganz auf den mathematischen Sachverhalt konzentrieren kann und nicht durch Rechen- oder Zeichenfehler abgelenkt wird. Für die Bearbeitung von Aufgaben ist es nötig, die Möglichkeiten der verwendeten Technologie zu kennen. So sind die Kenntnis verfügbaren Befehlsvorrats und der Auswirkungen eines Befehls oder einer Befehlssequenz unerlässlich für die Planung des Rechnereinsatzes. An rechnerbezogenen Kompetenzen, die dann auf andere Kompetenzen rückwirken, werden u. a. erworben:

- Erstellen problemangemessener Visualisierungen
- Strukturerkennung bei der Eingabe von Termen, beim Speichern und Zurückholen von Variablenwerten
- Kenntnis der wichtigen Menü-Kommandos, Substitution von Zahlen, Variablen und Ausdrücken, Einstellen passender Modi
- Definition von Funktionen und Festlegen von Optionen zum Zeichnen von Graphen
- Generieren und Bearbeiten von Tabellen
- Umgang mit Parametern
- Überprüfung und Interpretation von Rechnerergebnissen
- Dokumentation der Rechnerarbeit am PC oder handschriftlich

Klassenarbeiten und Klausuren

Es ist nicht sinnvoll, neue Inhalte und Methoden für den Computereinsatz einzusetzen und dann bei der Leistungsüberprüfung alles beim Alten zu lassen. Auch in Klassenarbeiten und später im Abitur sollen Schülerinnen und Schüler Computer als Werkzeuge einsetzen. Bei Klassenarbeiten und Klausuren ist es z. B. auch eine Zweiteilung möglich, indem zwischen Aufgaben ohne und mit Computereinsatz unterschieden wird.

Schülerleistungen - auch leistungsschwächere Schüler profitieren

CAS können - sinnvoll eingesetzt - gerade auch bei weniger leistungsstarken Schülerinnen und Schülern Schwächen in der Algebra und später der Analysis überbrücken und führen damit auch für diese Schüler zu Erfolgserlebnissen und erhöhtem mathematischen Verständnis. Auch dieser Aspekt sollte die Lehrkraft einer stärkeren Berücksichtigung neuer Medien im MU veranlassen. Hierbei erhalten auch Hausaufgaben eine neue Bedeutung, indem der Schüler beispielsweise schon bei der häuslichen Arbeit „greifbare“ Erfolge bei einer Problemlösung am TC erzielen und erkennen kann.

Bundesweite Entwicklungen

Berlin kann und darf sich von der in vielen Bundesländern stattfindenden schnellen Entwicklung im Einsatz neuer Medien nicht abkoppeln. Die in Berlin angebotenen Computer-Schulprojekte im MU haben zu einer starken Akzeptanz bei den beteiligten Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern geführt. Die von verschiedenen Verlagen angebotenen Hefte mit konkret geschilderten Unterrichtssequenzen (siehe Verlagskataloge) zeigen die vielfältigen neuen Unterrichtsmöglichkeiten und erleichtern auch dem Einsteiger die ersten Schritte in einen Unterricht mit Computereinsatz. Neue Schulbücher zeigen erste Integrationsschritte von Computereinsatz.

Fortbildungsmöglichkeiten für einen zeitgemäßen Mathematikunterricht mit Computereinsatz - Sekundarstufen 1 und 2

In allen Bundesländern - auch in Berlin - bestehen Fortbildungsangebote, die u. a. kostenlose Fortbildungen für den gesamten Mathematik-Fachbereich einer Schule ermöglichen. Einige der Fortbildungsmöglichkeiten werden im Folgenden aufgelistet.

Veranstaltung	Bemerkungen, Inhalte, Zielsetzungen
5. bis 6. Mai 2006 Großbeeren, Zentralabitur mit CAS	Für Lehrkräfte, die sich zum CAS-Zentralabitur angemeldet haben
Sitzungen des Computer-Arbeitskreises Kontakt bei Interesse: Dr. E. Lehmann mirza@snafu.de	Erfahrungsaustausch, Besprechen neuer Entwicklungen
3. Berliner CAS-Projekt: Lehrkräfte von zur Zeit 7 Berliner Schulen, Kl. 9 bis LK Gäste willkommen, Kontakt und Anmeldung bei Dr. E. Lehmann mirza@snafu.de	Erfahrungsberichte, konkreter Entwurf von Unterricht, Gewinnung vertiefter Kompetenzen im Unterricht mit Computern
LISUM-Berlin, siehe www.lisum.de	Fortbildungen zum Computereinsatz für den gesamten Mathematik-Fachbereich Vermittlung von Kompetenzen für einen zeitgemäßen Mathematikunterricht
MNU-Kongress 31. 8./1. 9. 2006 an der TUB mit eigener „CAS-Schiene“	Vorträge und Workshops für Anfänger und Fortgeschrittene
Einschlägige Vorträge an den Universitäten (HU, TU, Uni Potsdam)	Kolloquien und Vortragsreihen, die die Universitäten per Flyer regelmäßig den Schulen bekannt geben
Veranstaltungen von Schulbuch-Verlagen und TC-Firmen	Man beachte die diesbezüglichen Einladungen der Firmen bzw. deren Webseiten

6. Taschenrechner (TR) im Zentralabitur

Es gibt in Berlin kein Zulassungsverfahren für den Einsatz von TR im Unterricht oder in Prüfungen. Im Unterricht kann jeder TR zum Einsatz kommen. Bei Klassenarbeiten und Klausuren ist besonders auf Vergleichbarkeit der Ausstattung in der Lerngruppe zu achten. Viele Schulen halten deswegen einen Satz einfacher wissenschaftlicher TR wie z. B. TI-30 eco RS vor. Es hat sich herausgestellt, dass die Spezifikation der Zulassung für das Zentralabitur im RS 46/2005 als „wissenschaftlicher Standard-Taschenrechner, der weder programmierbar noch grafikfähig ist und nicht symbolisch rechnen kann“ nicht genau genug ist. So sind z. B. numerische Gleichungslöser eine erhebliche Erleichterung für viele Aufgabentypen, denn die Vorlage eines korrekten Ergebnisses bewirkt stets eine Reduktion des Anforderungsniveaus, so dass die Chancengleichheit zu anderen Lerngruppen verletzt wäre.

Nicht zugelassen für das Zentralabitur in Mathematik ohne CAS sind daher Rechner, die grafikfähig sind oder symbolisch rechnen können oder programmierbar sind, auch in dem Sinne, dass sie Gleichungen oder Gleichungssysteme lösen, Wertetabellen ausgeben, bestimmte Integrale auswerten oder Ableitungswerte berechnen können. Nicht zugelassen sind also auch TR wie Casio FX-991MS, FX-991ES, FX-115MS und Sharp EL 506W, EL-5120G.