BILDUNGSMINISTER KONFERENZ

Gemeinsame Abituraufgabenpools der Länder

Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln für die Fächer Mathematik sowie Biologie, Chemie und Physik

Antworten auf Fragen zu den Richtlinien für digitale Hilfsmittel im Hinblick auf die Abiturprüfung ab dem Prüfungsjahr 2030

Die Länder haben sich für die Fächer Mathematik sowie Biologie, Chemie und Physik auf gemeinsame Richtlinien zur Funktionalität digitaler Hilfsmittel geeinigt. Diese Richtlinien betreffen einerseits einfache wissenschaftliche Taschenrechner (WTR) und andererseits modulare Mathematiksysteme (MMS)[1] und beziehen sich ausschließlich auf die Funktionen des jeweiligen Hilfsmittels, die in der Abiturprüfung zur Verfügung stehen; Funktionen eines digitalen Hilfsmittels, die im Unterricht angewendet werden sollen, werden durch die Richtlinien nicht berührt. Die Richtlinien sind in den „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ enthalten, die auf den Internetseiten des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen unter *www.iqb.hu-berlin.de → Abituraufgaben → Begleitende Dokumente* veröffentlicht sind.

Bezogen auf die ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ prüfen die Länder auf Antrag der Hersteller digitaler Hilfsmittel, ob ein WTR- oder MMS-Taschenrechner bzw. ein WTR- oder MMS-Programm den gemeinsamen Richtlinien der Länder gerecht wird; die Prüfung erfolgt zentral über das Sekretariat der Kultusministerkonferenz (KMK). Sobald ein Hilfsmittel diese Prüfung bestanden hat und im Handel verfügbar ist, wird seine Bezeichnung auf den Internetseiten der KMK veröffentlicht (siehe *www.kmk.org → Themen → Allgemeinbildende Schulen → Bildungswege und Abschlüsse → Sekundarstufe II/Gymnasiale Oberstufe und Abitur*). Die einzelnen Länder können diese Hilfsmittel für ihre Abiturprüfungen zulassen.

Zur Information der Lehrkräfte sind im vorliegenden Dokument Antworten auf Fragen zu den ländergemeinsamen Richtlinien für digitale Hilfsmittel im Hinblick auf die Abiturprüfung ab dem Prüfungsjahr 2030 zusammengestellt.

[1] Gängige MMS bestehen aus Modulen wie einem Computeralgebramodul, einem Modul zum Darstellen von Funktionsgraphen, einem dynamischen Geometriemodul, einem Modul zum Bestimmen von Werten von Wahrscheinlichkeitsverteilungen oder einem Tabellenkalkulationsmodul, die in geeigneter Weise korrespondieren.

Inhaltsverzeichnis

1 Fragen zur Entwicklung der „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ 3

2 Fragen zu Geräten und Programmen 6

3 Fragen zu Unterricht und Abiturprüfung 7

4 Fragen zu einzelnen Regelungen der „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ 9

5 Ergänzende Fragen zur Funktionalität der digitalen Hilfsmittel 12

1 Fragen zur Entwicklung der „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“

Frage 1.1: Wer hat die „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ entwickelt?

Die „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ wurden auf der Grundlage langjähriger Erfahrungen von den Ländern entwickelt. Zuständig war vor allem eine Arbeitsgruppe für das Fach Mathematik. Dieser Arbeitsgruppe gehörte für jedes Bundesland eine vom zuständigen Bildungsministerium bzw. von der zuständigen Senatsverwaltung ausgewählte Lehrkraft für das Fach Mathematik an allgemeinbildenden Gymnasien an; zusätzlich war die Perspektive der beruflichen Gymnasien durch zwei weitere Lehrkräfte vertreten. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe verfügten über umfangreiche Erfahrung und Kompetenz im Bereich des Faches, des Unterrichts, der Konzeption zentraler Prüfungen und des Einsatzes digitaler Hilfsmittel, auch aufgrund der Mitarbeit in landesspezifischen sowie länderübergreifenden Kommissionen zur Entwicklung von Abiturprüfungsaufgaben. Die Arbeitsgruppe wurde von Wissenschaftlern des Faches und der Fachdidaktik beraten. Damit konnten die Erfahrungen aller Länder sowie Erkenntnisse der Fachwissenschaft und Fachdidaktik in die Entwicklung der Hinweise einfließen.

Im Zuge der Entscheidung, die gemeinsamen Abituraufgabenpools der Länder um die Fächer Biologie, Chemie und Physik zu erweitern[2], wurden die ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ durch die Länder – unter Mitwirkung entsprechend zusammengesetzter Arbeitsgruppen für die naturwissenschaftlichen Fächer – um spezifische Regelungen für diese Fächer ergänzt.[3]

Frage 1.2: Aus welchen Gründen haben die Länder mit der Weiterentwicklung der „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ zum Prüfungsjahr 2030 die Funktionalität des MMS beschränkt?

Die bis einschließlich 2029 geltenden „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ nennen für das MMS nur Funktionen, die vorausgesetzt werden, beschränken dessen Funktionalität jedoch nicht. Die Beschränkung dieser Funktionalität im Rahmen der Weiterentwicklung der Hinweise durch die Länder zum Prüfungsjahr 2030 erfolgte aus den folgenden Gründen:

- Das Bundesverfassungsgericht hat mit einem Urteil vom 19. Dezember 2017 bezüglich der Abiturnoten eine „nur eingeschränkte länderübergreifende Vergleichbarkeit“ festgestellt.[4] Mit ihren gemeinsamen Abituraufgabenpools verfolgen die Länder das Ziel, die mit den Abiturprüfungen verbundenen Anforderungen anzugleichen. Dazu ist im Sinne der Gleichbehandlung der Prüflinge eine Standardisierung der in der Abiturprüfung verwendeten Hilfsmittel erforderlich.

  Aufgrund der fehlenden Beschränkung der Funktionalität unterscheiden sich die im Handel verfügbaren MMS, die den bis 2029 geltenden Hinweisen entsprechen, hinsichtlich ihrer Funktionalität erheblich. Die zum Prüfungsjahr 2030 für die Abiturprüfung vorgenommene Beschränkung gewährleistet die nötige Vereinheitlichung der verschiedenen MMS. Damit wird sichergestellt, dass keines der MMS der verschiedenen Hersteller in der Prüfung eine

[2] Pools für die naturwissenschaftlichen Fächer wurden erstmalig für das Prüfungsjahr 2025 entwickelt.

[3] Bezogen auf die Funktionalität des WTR und MMS beschränkte sich diese Ergänzung auf das Voraussetzen zweier weiterer Funktionen für das MMS. Dazu gehört insbesondere eine Funktion eigens zum Durchführen von Regressionen, die in erster Linie für die Bearbeitung der Aufgaben des Pools für das Fach Physik relevant sein kann. Für die Bearbeitung der Aufgaben des Pools für das Fach Mathematik spielen die beiden ergänzten Funktionen des MMS vor dem Hintergrund der Bildungsstandards für das Fach Mathematik keine Rolle.

[4] vgl. BVerfG, 19.12.2017, 1 BvL 3/14 und 1 BvL 4/14, 5. Leitsatz, 5. Spiegelstrich

besondere Funktion bereitstellt, die den Nutzern dieses Hilfsmittels bei der Bearbeitung einer Aufgabe einen Vorteil verschafft.

- Durch die Beschränkung der Funktionalität können in der Abiturprüfung im Fach Mathematik, in der ein MMS als Hilfsmittel verwendet werden darf, ab dem Prüfungsjahr 2030 in deutlich höherem Maße Teilaufgaben berücksichtigt bzw. mit einer größeren Anzahl erreichbarer Bewertungseinheiten versehen werden, die die Schülerinnen und Schüler aus dem Unterricht gewohnt sind[5] und den Prüflingen damit Gelegenheit geben, Geübtes auch reproduktiv anzuwenden. So ist es möglich, den Anspruch der Prüfung insgesamt – auch im Vergleich zur Abiturprüfung im Fach Mathematik, in der ein WTR als Hilfsmittel verwendet werden darf, – in angemessenem Rahmen zu halten.

  Die im Handel verfügbaren MMS, die den bis 2029 geltenden Hinweisen entsprechen, enthalten aufgrund der fehlenden Beschränkung der Funktionalität zunehmend Funktionen, die zur direkten Lösung aus dem Unterricht gewohnter Teilaufgaben dienen (z. B. Funktionen eigens zum Bestimmen der Nullstellen einer Funktion, der exakten Koordinaten der Extrem- und Wendepunkte eines Funktionsgraphen, der Gleichung einer Tangente an einen Funktionsgraphen, des Volumens eines geometrischen Körpers, der Gleichung einer Ebene aus den Koordinaten dreier gegebener Punkte, der Größe des Winkels zwischen zwei Vektoren). Dadurch werden die Möglichkeiten, solche gewohnten Teilaufgaben in der Abiturprüfung zu berücksichtigen, wesentlich eingeschränkt. Die Länder schließen deshalb ab dem Prüfungsjahr 2030 für die Abiturprüfung Funktionen des MMS aus, die – wie die oben genannten Beispiele – Anwendungen elementarer Funktionen des MMS in Verbindung mit Definitionen oder Formeln darstellen[6].

- In der Abiturprüfung im Fach Mathematik soll – auch im Sinne der Bildungsstandards und der allgemeinen Studierfähigkeit[7] – in möglichst großem Umfang ein Arbeiten mit mathematischem Verständnis[8] erforderlich sein. Durch die beschriebene Beschränkung der Funktionalität des MMS lässt sich dieser Umfang – auch im Zusammenhang mit gewohnten Teilaufgaben – wesentlich vergrößern. Beispielsweise ermöglicht eine Funktion des MMS eigens zum Bestimmen der Nullstellen einer Funktion über einen Befehl wie „Nullstelle von (…)“, Nullstellen einer Funktion f zu ermitteln, ohne zu wissen, dass dazu eine Gleichung der Form „$f(x) = 0$“ zu lösen ist. Verfügt das MMS dagegen nicht über eine solche Funktion, sondern nur über eine Funktion zum Lösen von Gleichungen, so ist dieses Wissen zum Bestimmen der Nullstellen einer Funktion erforderlich. Auch deshalb ist eine Funktion eigens zum Bestimmen der Nullstellen einer Funktion ab dem Prüfungsjahr 2030 nicht mehr gestattet.

Frage 1.3: Ändert sich zum Prüfungsjahr 2030 auch die Funktionalität des WTR?

Auf die Funktionalität des WTR hat die Weiterentwicklung der „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ zum Prüfungsjahr 2030 keine Auswirkung, die hinsichtlich der Bearbeitung von Aufgaben wesentlich ist. Die bis einschließlich 2029 geltenden Hinweise beschränken die

---

5 Als in allen Ländern verbindliche Zielvorgabe beschreiben die Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife prozess- und inhaltsbezogene Kompetenzen, die bis zur Abiturprüfung im Unterricht entwickelt werden sollen. Die Länder setzen die Bildungsstandards in curriculare Regelungen um, die die verbindliche Grundlage des Unterrichts darstellen.

6 siehe dazu insbesondere Fragen 4.5, 4.6, 4.7 und 5.6

7 siehe dazu auch Ergebnisse der *MaLeMINT*- und *MaLeMINT-E*-Studien zu Erwartungen von Hochschullehrkräften zu mathematischen Lernvoraussetzungen für Studiengänge im MINT-Bereich bzw. außerhalb des MINT-Bereichs

8 siehe dazu u. a. *QuaMath*-Prinzip „Verstehensorientierung“

Funktionalität des WTR, indem mehrere grundlegende Funktionen ausgeschlossen werden[9]. Dieser Beschränkung lässt sich zwar die Intention der Hinweise im Hinblick auf die Funktionalität des WTR entnehmen, eine allgemeine Regelung zur Beschränkung der Funktionalität des Hilfsmittels enthalten die bis 2029 geltenden Hinweise jedoch nicht. Aufgrund der fehlenden allgemeinen Regelung unterscheiden sich die im Handel verfügbaren WTR in einzelnen Funktionen, die für die Bearbeitung von Abiturprüfungsaufgaben im Fach Mathematik eine geringe, aber nicht zu vernachlässigende Rolle spielen können.[10] Deshalb wurde mit der Weiterentwicklung der „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ die Intention, die schon mit den bis zum Prüfungsjahr 2029 geltenden Hinweisen zur Funktionalität des WTR verbunden ist, konsequent festgeschrieben: Funktionen, die Anwendungen ausdrücklich ausgeschlossener Funktionen oder elementarer Funktionen des WTR in Verbindung mit Definitionen oder Formeln darstellen, sind nicht vorgesehen. Diese Beschränkung gewährleistet die nötige Vereinheitlichung der verschiedenen WTR. Damit wird im Sinne der Gleichbehandlung der Prüflinge sichergestellt, dass keiner der WTR der verschiedenen Hersteller eine besondere Funktion bereitstellt, die den Nutzern dieses Hilfsmittels in der Abiturprüfung bei der Bearbeitung einer Aufgabe einen Vorteil verschafft.

Frage 1.4: Für das Prüfungsjahr 2025 haben die Länder erstmalig auch Pools für die naturwissenschaftlichen Fächer entwickelt. Im Zuge dessen wurden in die ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ für das MMS zwei weitere Funktionen aufgenommen, die vorausgesetzt werden.[11] Ist vor dem Jahr 2030 oder für Prüfungsjahre, die darauf unmittelbar folgen, mit einer weiteren Anpassung der Richtlinien zu rechnen?

Nein, eine weitere Anpassung ist nicht vorgesehen. Alle Beteiligten, d. h. insbesondere Lehrkräfte und Hersteller, müssen die Möglichkeit haben, sich auf Richtlinien einzustellen, die ab dem Prüfungsjahr 2030 gelten und anschließend für mehrere Jahre unverändert bestehen bleiben. Dennoch sind im Hinblick auf die in der Abiturprüfung zur Verfügung stehende Funktionalität der digitalen Hilfsmittel selbstverständlich in angemessenen zeitlichen Abständen Anpassungen möglich, sofern aus Sicht der Länder Bedarf dazu bestehen sollte.

Frage 1.5: Gemäß den ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ gilt für den WTR, dass Funktionen, die Anwendungen ausdrücklich ausgeschlossener Funktionen oder elementarer Funktionen des WTR in Verbindung mit Definitionen oder Formeln darstellen, in der Abiturprüfung nicht gestattet sind. Für das MMS gilt diese Regelung analog. Wäre es möglich gewesen, anstelle dieser allgemeinen Regelung für WTR und MMS jeweils alle Funktionen anzugeben, die aus den zur Frage 1.2 genannten Gründen für die Abiturprüfung nicht vorgesehen sind?

Nein, es ist systematisch für keines der beiden Hilfsmittel möglich, eine abgeschlossene Liste nicht vorgesehener Funktionen zu erstellen. Schließlich könnte jede beliebige Definition oder Formel mit elementaren Funktionen des jeweiligen Hilfsmittels zu einer neuen Funktion des Hilfsmittels verbunden werden (z. B. zu einer Funktion eigens zum Umwandeln zwischen ver-

---

[9] z. B. Funktionen eigens zum Umformen von Termen mit Variablen, zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen, zum Differenzieren und Integrieren von Funktionen, zum Darstellen von Funktionsgraphen, zum Rechnen mit Koordinaten, Vektoren und Matrizen

[10] Beispielsweise verfügen einzelne der WTR, die den bis einschließlich 2029 geltenden „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ entsprechen, nicht jedoch den ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden Richtlinien, über Funktionen eigens zum Bestimmen des Mittelwerts oder der Standardabweichung von Daten oder des Werts von x im Term $\int_{-\infty}^{x} \varphi(t)\,dt$ der Verteilungsfunktion der Normalverteilung aus einem Wert dieser Funktion und gegebenen Werten der zugehörigen Parameter.

[11] Insbesondere wird eine Funktion eigens zum Durchführen von Regressionen vorausgesetzt.

schiedenen Darstellungen einer Winkelgröße[12]). Dies wird deutlich in den immensen, für die Schule in großen Teilen nicht relevanten Funktionsumfängen gängiger MMS, die sich wesentlich unterscheiden und im Rahmen von Software-Updates in der Regel weiter zunehmen.

Deshalb werden Funktionen, die Anwendungen elementarer Funktionen des jeweiligen Hilfsmittels in Verbindung mit Definitionen oder Formeln darstellen, durch eine entsprechende allgemeine Regelung ausgeschlossen, die einheitlich und konsequent für jede mögliche Funktion eines WTR oder MMS gilt, die die „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ nicht ausdrücklich fordern.

2 Fragen zu Geräten und Programmen

Frage 2.1: MMS-Taschenrechner der aktuellen Generationen verfügen über einen Funktionsumfang, der über die ab dem Prüfungsjahr 2030 für die Abiturprüfung vorgesehene Funktionalität weit hinausgeht. Werden diese MMS-Taschenrechner so eingestellt werden können, dass eine Verwendung in der Abiturprüfung ab dem Prüfungsjahr 2030 möglich ist?

Laut Informationen der Hersteller ist geplant, für MMS-Taschenrechner der aktuellen Generationen jeweils ein Softwareupdate bereitzustellen, mit dem ein Prüfungsmodus eingespielt wird, der den ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ gerecht wird. Zur Verwendung in der Abiturprüfung sind die Geräte in diesen Prüfungsmodus zu versetzen. Ist der Prüfungsmodus nicht aktiviert, steht der unbeschränkte Funktionsumfang zur Verfügung.

Frage 2.2: Wird es MMS, die den ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ gerecht werden, auch in Form von Programmen für Tablets, Notebooks und andere Computer geben?

Laut Informationen der Hersteller ist geplant, MMS, die – in einem Prüfungsmodus – den ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ gerecht werden, auch als Programme für Tablets, Notebooks und andere Computer anzubieten. Ist der Prüfungsmodus nicht aktiviert, geht die Funktionalität dieser Programme über die für die Abiturprüfung vorgesehene Funktionalität weit hinaus. Zur Verwendung in der Abiturprüfung sind die Programme in den Prüfungsmodus zu versetzen.

Frage 2.3: Wird es WTR, die den ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ gerecht werden, auch in Form von Programmen für Tablets, Notebooks und andere Computer geben?

Nach Kenntnis des Sekretariats der KMK wird wenigstens ein Hersteller ein Programm für Tablets, Notebooks und andere Computer anbieten, das – in einem Prüfungsmodus – den ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden Richtlinien für den WTR gerecht wird. Ist der Prüfungsmodus nicht aktiviert, hat dieses Programm die unbeschränkte Funktionalität eines MMS.

Frage 2.4: Die „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ setzen für jedes der beiden digitalen Hilfsmittel voraus, dass bei seiner Verwendung ein Zugriff auf Dateien und Programme, die nicht zum ursprünglichen Funktionsumfang oder zu einem Systemupdate gehören, nicht

[12] Eine Erläuterung zu diesem Beispiel sowie weitere Beispiele sind in der Antwort zur Frage 5.6 dargestellt.

möglich ist. Beim MMS lässt sich diese Regelung mithilfe eines Prüfungsmodus umsetzen. Was bedeutet die Regelung für den WTR?

Für den WTR bedeutet dies, dass nach dem Ausschalten des Geräts ein Zugriff auf Daten, die nicht zum ursprünglichen Funktionsumfang oder zu einem Systemupdate gehören, nicht möglich sein darf, dass also durch das Ausschalten beispielsweise das Ergebnis der letzten Berechnung sowie eingegebene Variablenwerte, Funktionsterme oder Operationen aus dem Speicher gelöscht werden müssen. Einstellungen zum Winkelmaß oder zur Rundungsgenauigkeit sind in diesem Sinne nicht als Daten anzusehen, dürfen bei einem Ausschalten des Geräts also erhalten bleiben. Geht das Gerät nach einer bestimmten Zeit, in dem es nicht genutzt wurde, automatisch in einen Ruhezustand über, muss der Speicher dabei nicht gelöscht werden.

3 Fragen zu Unterricht und Abiturprüfung

Frage 3.1: Dürfen im Unterricht nur noch digitale Hilfsmittel eingesetzt werden, die den „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ gerecht werden?

Nein. In den „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Funktionen eines digitalen Hilfsmittels, die im Unterricht angewendet werden sollen, durch die vorliegenden Richtlinien nicht berührt werden (siehe Fußnote 6 der genannten Hinweise). Im Unterricht dürfen also alle Hilfsmittel genutzt werden, die in Einklang mit Regelungen des jeweiligen Landes zum Einsatz von Hilfsmitteln im Unterricht stehen.

Insbesondere dann, wenn für eine Klasse oder einen Kurs ein WTR als digitales Hilfsmittel in Prüfungen verwendet wird, sollte im Unterricht ein MMS zum Einsatz kommen, wenn dessen typische Funktionen das Lernen der Schülerinnen und Schüler wesentlich unterstützen können (z. B. im Fach Mathematik im Zusammenhang mit dem Einfluss eines Parameters in einem Funktionsterm auf den Verlauf des zugehörigen Graphen). Entsprechend geben curriculare Regelungen zum Fach Mathematik für bestimmte Inhalte den Einsatz von Modulen eines MMS im Unterricht vor. Diese Vorgaben für den Unterricht sehen – im Sinne des Lernens – teilweise auch die Verwendung von Funktionen eines MMS vor, die für die Abiturprüfung ausgeschlossen sind (z. B. Funktionen eines 3D-Geometriemoduls). Auch über curriculare Vorgaben hinaus kann es zur Unterstützung des Lernens sinnvoll sein, im Unterricht ein MMS mit unbeschränkter Funktionalität einzusetzen.

Insbesondere die langjährigen Erfahrungen derjenigen Länder, in denen Abiturprüfungen im Fach Mathematik mit einem WTR als Hilfsmittel durchgeführt werden[13], zeigen, dass eine Verwendung eines digitalen Hilfsmittels mit beschränkter Funktionalität in der Abiturprüfung den Einsatz digitaler Hilfsmittel mit umfangreicherer Funktionalität im Unterricht nicht ungünstig beeinflusst. Dies bestätigen Erfahrungen der Länder im Zusammenhang mit Abiturprüfungen, in denen ein GTR als Hilfsmittel zugelassen war oder noch zugelassen ist, oder im Zusammenhang mit dem Ausschluss eines 3D-Geometriemoduls für Abiturprüfungen, in denen ein MMS als Hilfsmittel verwendet werden darf. So ist es heute für die meisten Lehrkräfte selbstverständlich, das Lernen der Schülerinnen und Schüler im Unterricht durch den Einsatz passender digitaler Hilfsmittel zu unterstützen.

[13] Gegenwärtig werden in zwölf Ländern Abiturprüfungen mit einem WTR als digitalem Hilfsmittel durchgeführt, in einigen davon mit deutlich überwiegendem Anteil oder gar ausschließlich.

Wird für eine Klasse oder einen Kurs ein MMS als digitales Hilfsmittel in Prüfungen verwendet, sollten im Unterricht – zur Vorbereitung auf die Abiturprüfung – die relevanten Unterschiede zwischen der im Unterricht und der in der Abiturprüfung zur Verfügung stehenden Funktionalität und deren Anwendung thematisiert werden. Solche Betrachtungen dienen nicht nur der Information, sondern können auch zum Kompetenzerwerb beitragen (siehe z. B. Unterricht zur Förderung des Verständnisses für Extrempunkte: mögliches Anwenden einer Funktion des MMS eigens zum Bestimmen der Nullstellen einer Funktion; Abiturprüfung: Nachweis des Verständnisses für Nullstellen durch Anwenden einer Funktion des MMS eigens zum Bestimmen der Lösungen einer Gleichung).

Frage 3.2: Stehen in den Abiturprüfungen ab dem Prüfungsjahr 2030 Funktionen eines MMS nicht mehr zur Verfügung, die für die Bearbeitung von Abiturprüfungsaufgaben im Fach Mathematik bisher eine wesentliche Rolle spielen?

Nein. Nicht mehr vorgesehen sein werden Funktionen eines MMS, die Anwendungen elementarer Funktionen dieses Hilfsmittels in Verbindung mit Definitionen oder Formeln darstellen[14]. Gegenwärtig in Abiturprüfungen verwendete MMS enthalten zwar solche Funktionen (z. B. Funktionen eigens zum Bestimmen der Nullstellen einer Funktion, der exakten Koordinaten der Extrem- und Wendepunkte eines Funktionsgraphen, der Gleichung einer Tangente an einen Funktionsgraphen, des Volumens eines geometrischen Körpers, der Gleichung einer Ebene aus den Koordinaten dreier gegebener Punkte, der Größe des Winkels zwischen zwei Vektoren); Teilaufgaben, zu deren direkter Lösung diese Funktionen dienen könnten, werden in der Abiturprüfung jedoch weitgehend vermieden, da primär das Lösen von Aufgaben mit mathematischem Verständnis geprüft werden soll, nicht das bloße Nutzen einer Funktion eines digitalen Hilfsmittels. Zum Prüfungsjahr 2030 entfallende Funktionen des MMS spielen für die Bearbeitung von Abiturprüfungsaufgaben also auch gegenwärtig keine nennenswerte Rolle.

Frage 3.3: Wird das MMS ab dem Prüfungsjahr 2030 noch über Funktionen verfügen, die unter Berücksichtigung der Prüfungsinhalte für das Fach Mathematik als weitreichend anzusehen sind und das Hilfsmittel deutlich von einem WTR unterscheiden?

Ja. So setzen die „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ für das MMS beispielsweise Funktionen eigens zum

- Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen (jeweils algebraisch und numerisch),
- Differenzieren und Integrieren von Funktionen (jeweils algebraisch und numerisch),
- Bestimmen von Grenzwerten von Funktionen,
- Darstellen von Funktionsgraphen (mit der Möglichkeit zum dynamischen Variieren von Werten von Parametern sowie zum numerischen Bestimmen von Nullstellen, Koordinaten von Extrempunkten und Koordinaten von Schnittpunkten zweier Graphen),
- Ausführen grundlegender Rechenoperationen im Zusammenhang mit Vektoren und Matrizen (jeweils algebraisch),
- Bestimmen der Inversen einer Matrix,
- Darstellen von Daten in Diagrammen

ausdrücklich voraus. Ergänzend sind – in erster Linie für das Fach Physik – beispielsweise Funktionen eigens zum Durchführen von Regressionen vorgesehen.

[14] siehe dazu insbesondere Fragen 1.2, 4.5, 4.7 und 5.6

Frage 3.4: Wird die Änderung der „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ zum Prüfungsjahr 2030 zu Veränderungen der Abiturprüfungen im Fach Mathematik führen?

Auf die Abiturprüfung, für die ein WTR als Hilfsmittel zugelassen ist, hat die Änderung der „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ zum Prüfungsjahr 2030 keine wesentliche Auswirkung. Im Hinblick auf die Bearbeitung der Aufgaben ist jedoch zu beachten, dass der WTR ab diesem Prüfungsjahr keine Funktionen eigens zum Bestimmen des Mittelwerts oder der Standardabweichung von Daten oder des Werts von x im Term $\int_{-\infty}^{x} \varphi(t)\,dt$ der Verteilungsfunktion der Normalverteilung aus einem Wert dieser Funktion und gegebenen Werten der zugehörigen Parameter mehr bereitstellt. Einzelne WTR, die den bis einschließlich 2029 geltenden „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ entsprechen, verfügen über solche Funktionen und dürfen auch deshalb ab dem Prüfungsjahr 2030 nicht mehr verwendet werden. Für die Abiturprüfung spielen diese Funktionen gegenwärtig aber nur eine geringe Rolle; entsprechende Teilaufgaben können schon jetzt ohne Einsatz dieser Funktionen bearbeitet werden.

Auch die Abiturprüfung, für die ein MMS als Hilfsmittel zugelassen ist, wird ab dem Prüfungsjahr 2030 keine Aufgaben enthalten, die nicht auch bis dahin Teil der Prüfung sein könnten. Im Gegenteil können dann durch die Beschränkung der Funktionalität des MMS in deutlich höherem Maße gewohnte Teilaufgaben berücksichtigt bzw. mit einer größeren Anzahl erreichbarer Bewertungseinheiten versehen werden, die den Prüflingen Gelegenheit geben, Geübtes auch reproduktiv anzuwenden (z. B. Bestimmen der exakten Koordinaten der Extrem- und Wendepunkte eines Funktionsgraphen, der Gleichung einer Tangente an einen Funktionsgraphen, des Volumens eines geometrischen Körpers, der Gleichung einer Ebene aus den Koordinaten dreier gegebener Punkte oder der Größe des Winkels zwischen zwei Vektoren). Insbesondere im Zusammenhang mit gewohnten Teilaufgaben kann außerdem ein Arbeiten mit mathematischem Verständnis stärker zum Tragen kommen (siehe z. B. Bestimmen der Gleichung einer Tangente an einen Funktionsgraphen).[15]

Weitere Auswirkungen auf die Abiturprüfungen hat die Änderung der „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ zum Prüfungsjahr 2030 nicht. Aufgaben, die bisher gestellt wurden, können auch weiterhin gestellt werden, eine kontinuierliche und angemessene Weiterentwicklung der Aufgabenkultur wird weiterhin erfolgen.

4 Fragen zu einzelnen Regelungen der „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“

Frage 4.1: Die Fußnote 3 der ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ gibt ein dynamisches Geometriemodul als Teil eines gängigen MMS an. Steht dies im Widerspruch dazu, dass die Hinweise für das MMS Funktionen eigens zum grafischen Darstellen geometrischer Objekte nicht vorsehen?

Nein. Die Verwendung eines dynamischen Geometriemoduls ist nur für den Einsatz in der Abiturprüfung ausgeschlossen. Ist ein MMS mit einem Prüfungsmodus ausgestattet, so muss das Gerät bzw. Programm die Hinweise nur in diesem Modus erfüllen.

[15] siehe dazu auch Frage 1.2

Frage 4.2: Warum sind ab dem Prüfungsjahr 2030 auch für das MMS Funktionen eigens zum grafischen Darstellen geometrischer Objekte nicht vorgesehen?

Funktionen eigens zum grafischen Darstellen geometrischer Objekte können bei der Bearbeitung von Aufgaben die Vorstellung (z. B. von Lagebeziehungen geometrischer Objekte) wesentlich erleichtern. Diese Vorstellung stellt jedoch eine von den Bildungsstandards für das Fach Mathematik vorgesehene zentrale Kompetenz dar, die in der Prüfung nachgewiesen werden soll. Bei Bedarf sind Aufgaben der Abiturprüfung mit Abbildungen versehen, die die Vorstellung unterstützen. Außerdem haben die Prüflinge stets die Möglichkeit, manuell Skizzen anzufertigen.

Frage 4.3: Es wird vorausgesetzt, dass sowohl der WTR als auch das MMS über Funktionen eigens zum Berechnen von kumulierten Werten der Binomialverteilung sowie von Werten der Normalverteilung verfügen. Was bedeutet das konkret für die Funktionalität der beiden digitalen Hilfsmittel ab dem Prüfungsjahr 2030?

Das bedeutet, dass sich ab dem Prüfungsjahr 2030 für eine binomial- bzw. normalverteilte Zufallsgröße X Wahrscheinlichkeiten der Form $P(a \leq X \leq b)$ durch Eingabe der Werte der Parameter von X sowie der Werte von a und b direkt bestimmen lassen müssen.

Frage 4.4: Gemäß den „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ wird für das MMS eine Funktion eigens zum Lösen von Gleichungen vorausgesetzt. Warum widerspricht dies nicht der ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden Regelung, dass eine Funktion des MMS eigens zum Bestimmen der Nullstellen einer Funktion in der Abiturprüfung nicht vorgesehen ist?

Eine Funktion des MMS eigens zum Bestimmen der Nullstellen einer Funktion würde über einen Befehl wie „Nullstelle von (…)“ ermöglichen, Nullstellen einer Funktion f zu ermitteln, ohne zu wissen, dass dazu eine Gleichung der Form „$f(x) = 0$“ zu lösen ist. Verfügt das MMS dagegen nur über eine Funktion zum Lösen von Gleichungen, so ist dieses Wissen zum Bestimmen der Nullstellen einer Funktion erforderlich. Hier wird exemplarisch das von den Ländern mit der Weiterentwicklung der „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ verfolgte Ziel deutlich, dass zur Bearbeitung der Aufgaben der Abiturprüfung in möglichst großem Umfang ein Arbeiten mit mathematischem Verständnis erforderlich sein soll (siehe Frage 1.2).

Frage 4.5: Gemäß den „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ gilt ab dem Prüfungsjahr 2030 für den WTR, dass Funktionen, die Anwendungen ausdrücklich ausgeschlossener Funktionen oder elementarer Funktionen des WTR in Verbindung mit Definitionen oder Formeln darstellen, in der Abiturprüfung nicht gestattet sind. Für das MMS gilt diese Regelung analog. Bezieht sich diese Regelung jeweils auch auf Funktionen zu Inhalten, die die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife bzw. curriculare Regelungen nicht verbindlich vorsehen?

Ja, die Regelung gilt insbesondere im Sinne der Nachvollziehbarkeit konsequent für die gesamte Funktionalität des WTR bzw. MMS. Außerdem können Inhalte, die die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife bzw. curriculare Regelungen nicht verbindlich vorsehen (z. B. im Fach Mathematik das Bestimmen eines Mittelwerts durch Integralrechnung), in geeignet geführter Form Teil der Abiturprüfung sein; eine Funktion eines digitalen Hilfsmittels zu einem solchen Inhalt könnte also bei der Bearbeitung einer Aufgabe der Abiturprüfung einen Vorteil bieten. In den „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ nicht ausdrücklich genannt, aber als Anwendungen elementarer Funktionen des WTR bzw. MMS in Verbindung mit Definitionen oder Formeln für die Abiturprüfung nicht vorgesehen, sind beispielsweise Funktionen eigens zum

- Umwandeln zwischen Zahlensystemen (z. B. zwischen Dezimalsystem und Dualsystem),
- Umwandeln zwischen kartesischer Darstellung und Polardarstellung einer komplexen Zahl,
- Bestimmen des Betrags und des Polarwinkels einer komplexen Zahl in Koordinatendarstellung,
- Bestimmen des Realteils und des Imaginärteils einer komplexen Zahl in Polardarstellung,
- Durchführen des Newton-Verfahrens,
- Durchführen von Regressionen auf der Grundlage von Funktionen, die in den „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ nicht genannt sind,
- Durchführen einer Taylor-Entwicklung,
- Lösen einer Differentialgleichung[16],
- Umwandeln zwischen kartesischen Koordinaten und Polarkoordinaten eines Punkts.

Frage 4.6: Für den WTR gilt ab dem Prüfungsjahr 2030, dass Funktionen, die Anwendungen ausdrücklich ausgeschlossener Funktionen oder elementarer Funktionen des WTR in Verbindung mit Definitionen oder Formeln darstellen, für die Abiturprüfung nicht vorgesehen sind. Dazu werden als elementare Funktionen des WTR beispielsweise das Ausführen grundlegender Rechenoperationen im Zusammenhang mit Zahlen[17] oder das Bestimmen eines Werts einer trigonometrischen Funktion oder der zugehörigen Umkehrfunktion angegeben (siehe Fußnote 7 der genannten Hinweise). Welche Funktionen des WTR sind – einschließlich dieser Beispiele – im Sinne der ländergemeinsamen Regelungen als elementar zu verstehen?

Die elementaren Funktionen des WTR im Sinne der ländergemeinsamen Regelungen sind dessen Funktionen eigens zum

- Bestimmen der Werte von Termen bestehend aus Summen, Differenzen, Produkten, Quotienten, Potenzen (d. h. auch Wurzeln) und Beträgen von Zahlen in Dezimal- und Bruchdarstellung (auch unter Verwendung von Klammern sowie der Symbole für die Zahlen e und π),
- Bestimmen der Werte von Termen, die Binomialkoeffizienten $\binom{n}{k}$, Ausdrücke der Form n! sowie Ausdrücke der Formen $\ln a$, $\lg a$ und $\log_b a$ enthalten,
- Bestimmen von Werten der Sinus-, Kosinus- und Tangensfunktion sowie deren Umkehrungen für Winkelgrößen im Grad- und Bogenmaß.

Frage 4.7: Gemäß den „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ gilt ab dem Prüfungsjahr 2030 für das MMS, dass Funktionen, die Anwendungen elementarer Funktionen des MMS in Verbindung mit Definitionen oder Formeln darstellen, für die Abiturprüfung nicht vorgesehen sind. Dazu werden als elementare Funktionen des MMS beispielsweise das Berechnen von Termwerten, das Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen oder das Bestimmen eines Terms der ersten oder zweiten Ableitungsfunktion einer Funktion angegeben (siehe Fußnote 9 der genannten Hinweise). Welche Funktionen des MMS sind – einschließlich dieser Beispiele – im Sinne der ländergemeinsamen Regelungen als elementar zu verstehen?

[16] Die „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ fordern für das MMS eine Funktion eigens zum Lösen von Gleichungen. Diese Funktion ist in den Hinweisen durch den Zusatz „(jeweils algebraisch und numerisch)“ konkretisiert; „algebraisch“ harmoniert nicht mit dem Lösen von Differentialgleichungen. Der Begriff „Gleichung“ umfasst hier also nicht den Begriff „Differentialgleichung“.

[17] Sofern nicht anders angegeben, sind mit „Zahlen“ auch im Folgenden reelle Zahlen gemeint.

Die elementaren Funktionen des MMS im Sinne der ländergemeinsamen Regelungen sind dessen Funktionen eigens zum

- Bestimmen der Werte von Termen bestehend aus Summen, Differenzen, Produkten, Quotienten, Potenzen (d. h. auch Wurzeln) und Beträgen von Zahlen in Dezimal- und Bruchdarstellung (auch unter Verwendung von Klammern sowie der Symbole für die Zahlen e und π),
- Bestimmen der Werte von Termen, die Binomialkoeffizienten $\binom{n}{k}$, Ausdrücke der Form n! sowie Ausdrücke der Formen $\ln a$, $\lg a$ und $\log_b a$ enthalten,
- Bestimmen von Werten der Sinus-, Kosinus- und Tangensfunktion sowie deren Umkehrungen für Winkelgrößen im Grad- und Bogenmaß,
- Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren, Dividieren, Potenzieren, Logarithmieren und Bestimmen von Beträgen von Termen mit Variablen,
- Lösen von Gleichungen und Ungleichungen (jeweils algebraisch und numerisch),
- Lösen von Systemen aus Gleichungen und Ungleichungen (algebraisch und numerisch),
- Differenzieren und Integrieren von Funktionen (jeweils algebraisch und numerisch),
- Ausführen grundlegender Rechenoperationen (jeweils algebraisch) im Zusammenhang mit Vektoren und Matrizen (Addieren und Subtrahieren, Multiplizieren mit einer Zahl, Bestimmen des Skalar- und Vektorprodukts[18] zweier Vektoren, Multiplizieren zweier Matrizen, Potenzieren einer Matrix, Bestimmen des Betrags eines Vektors), auch in Form mehrteiliger Rechnungen,
- Umformen von Matrizen durch Multiplizieren einer Zeile mit einer von Null verschiedenen Zahl, Addieren des Vielfachen einer Zeile zu einer anderen Zeile und Vertauschen zweier Zeilen sowie durch entsprechende Spaltenumformungen.

5 Ergänzende Fragen zur Funktionalität der digitalen Hilfsmittel

Frage 5.1: Einzelne gegenwärtig zugelassene MMS wandeln eingegebene Funktionsterme automatisch in eine vereinfachte Darstellung um (z. B. die Eingabe $f(x) = x + x$ automatisch in $f(x) = 2x$). Entspricht dies den ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“?

Nein. Bei einer solchen automatischen Vereinfachung wird eine Funktion des MMS (hier zum Addieren von Termen) ausgeführt, ohne dass der Nutzer diese Funktion selbst direkt anwendet. Eine solche automatische Vereinfachung ist ab dem Prüfungsjahr 2030 im Sinne der Verständnisorientierung nicht mehr gestattet. Selbstverständlich muss das MMS jedoch über eine Funktion verfügen, die die Addition $x + x$ mit dem Ergebnis $2x$ ausführt.

Analog darf das Hilfsmittel ab dem Prüfungsjahr 2030 auch eine eingegebene Gleichung oder Ungleichung nicht mehr automatisch vereinfachen, muss aber selbstverständlich eine Funktion zu deren Lösung bereitstellen.

[18] Auch wenn die Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife den Inhalt „Vektorprodukt“ nicht vorsehen, wird das MMS in der Abiturprüfung ab dem Prüfungsjahr 2030 weiterhin eine Funktion eigens zum Bestimmen des Vektorprodukts zweier Vektoren bieten.

Frage 5.2: Darf ein MMS in der Abiturprüfung ab dem Prüfungsjahr 2030 die Möglichkeit bieten, eine Funktion mit einem Definitionsbereich, der nicht so groß wie möglich gewählt ist, oder abschnittsweise unter Verwendung verschiedener Funktionsterme zu definieren?

Ja.

Frage 5.3: Darf ein MMS in der Abiturprüfung ab dem Prüfungsjahr 2030 ein Programmiermodul bereitstellen?

Nein. Mit einem solchen Modul könnten in der Abiturprüfung Programme erstellt werden, die die Bearbeitung von Aufgaben unterstützen. Damit hätten Schülerinnen und Schüler mit Kompetenzen im Programmieren (z. B. aus dem Unterricht im Fach Informatik) einen wesentlichen Vorteil.

Frage 5.4: Sind im Tabellenkalkulationsmodul des MMS alle Funktionen zulässig, die für das MMS durch die „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ nicht ausgeschlossen werden?

Ja.

Frage 5.5: Gibt es Funktionen, die durch die ab dem Prüfungsjahr 2030 geltenden „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ weder vorausgesetzt noch ausgeschlossen werden?

Ja, und zwar sowohl bei einem WTR als auch bei einem MMS. Weder gefordert noch ausgeschlossen – und damit zulässig[19] – sind beispielsweise Funktionen eigens zum[20]

- Bestimmen des ganzzahligen Anteils einer Zahl,
- Bestimmen des Bruchanteils einer Zahl,
- Bestimmen des Kehrwerts einer Zahl,
- Bestimmen des Vorzeichens einer Zahl mithilfe der Signumfunktion,
- Ordnen von Zahlen nach ihrer Größe (z. B. in einer Tabelle),
- Runden einer Zahl auf eine bestimmte Anzahl von Dezimalstellen,
- Erzeugen von Zufallszahlen,
- Bestimmen der absoluten Häufigkeiten übereinstimmender Elemente zu den in einer Liste enthaltenen Elementen (z. B. zu einer Liste von 100 Zufallszahlen zwischen 1 und 6 die absolute Häufigkeit der Zahl 2) sowie der Anzahl der Elemente der Liste,
- Bestimmen des Realteils, des Imaginärteils und der konjugierten Form einer komplexen Zahl in Koordinatendarstellung,
- Bestimmen des Betrags, des Polarwinkels und der konjugierten Form einer komplexen Zahl in Polardarstellung,
- Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren, Dividieren und Potenzieren komplexer Zahlen,
- Speichern von Zahlen und Termen,

[19] Zu beachten ist, dass nicht jede Funktion eines digitalen Hilfsmittels, die im hier beschriebenen Sinne zulässig ist, für die Abiturprüfung relevant ist. Dies gilt bezogen auf die Aufgaben der Abituraufgabenpools beispielsweise für die drei in der folgenden Aufzählung genannten Funktionen zu komplexen Zahlen. Maßgebend dafür, welche Kompetenzen für die Bearbeitung der Poolaufgaben vorausgesetzt werden, sind für jedes Fach die Bildungsstandards in Verbindung mit den inhaltlichen Vereinbarungen zur Gestaltung der Aufgaben der Pools.

[20] Einzelne der genannten Beispiele beziehen sich nur auf ein MMS. Diese Beispiele sind jeweils vorangestellt mit [MMS] gekennzeichnet.

- MMS Transponieren einer Matrix,
- MMS Durchführen einer Messwerteerfassung.

Frage 5.6: Für den WTR gilt ab dem Prüfungsjahr 2030, dass Funktionen, die Anwendungen ausdrücklich ausgeschlossener Funktionen oder elementarer Funktionen des WTR in Verbindung mit Definitionen oder Formeln darstellen, für die Abiturprüfung nicht vorgesehen sind. Für das MMS gilt diese Regelung analog. Zu den beiden Regelungen sind in den „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ neun übereinstimmende Beispiele genannt. Gibt es weitere Beispiele, die die Regelung illustrieren können?

Ja. Im Folgenden werden zunächst einige weitere Beispiele jeweils mit einer Erläuterung aufgeführt. Im Anschluss daran werden weitere Beispiele ohne Erläuterung genannt.

Nicht vorgesehen sind beispielsweise Funktionen eigens zum[21]

- Umwandeln zwischen verschiedenen Darstellungen einer Winkelgröße:

  Eine solche Umwandlung stellt eine Anwendung elementarer Funktionen des jeweiligen Hilfsmittels (hier das Bestimmen des Werts eines Terms mit Zahlen) in Verbindung mit einer oder mehreren Formeln dar. Das Umwandeln einer Darstellung im Gradmaß in eine Darstellung der Form Grad-Minute-Sekunde erfordert beispielsweise Formeln der Art $a \cdot \frac{60'}{1°}$ und $b \cdot \frac{60''}{1'}$, wobei a der Bruchanteil der Darstellung im Gradmaß und b der Bruchanteil von $a \cdot \frac{60'}{1°}$ ist.
- Umwandeln einer Prozentzahl in einen Dezimalbruch:

  Eine solche Umwandlung stellt eine Anwendung einer elementaren Funktion des jeweiligen Hilfsmittels (hier das Bestimmen des Werts eines Quotienten zweier Zahlen) in Verbindung mit mathematischen Definitionen (hier einer Prozentzahl und eines Dezimalbruchs) dar.[22]
- Analysieren eines mathematischen Objekts:

  Grundsätzlich darf das Hilfsmittel zu einem eingegebenen mathematischen Objekt (z. B. zu einem Funktionsterm) keine Auswertungen (z. B. Angabe von Nullstellen, Koordinaten von Extrem- und Wendepunkten, Terme von Ableitungsfunktionen und einer Stammfunktion) bereitstellen, die durch vordefinierte Funktionen automatisch erzeugt werden. Informationen zu eingegebenen mathematischen Objekten sollen vom Prüfling mithilfe elementarer Funktionen des jeweiligen Hilfsmittels bewusst und eigenständig gewonnen werden.
- MMS grafischen Darstellen eines bestimmten Integrals als Flächenstück:

  Auch im Modul zum Darstellen von Funktionsgraphen sind – abgesehen von den Funktionen, die in den „Hinweisen zur Verwendung von Hilfsmitteln“ ausdrücklich genannt werden, – Funktionen, die Anwendungen elementarer Funktionen des MMS in Verbindung mit Definitionen oder Formeln darstellen, nicht vorgesehen.
- MMS grafischen Darstellen des Ergebnisses einer Regression:

  Im Zusammenhang mit dem Durchführen einer Regression darf ein MMS mithilfe eines vordefinierten Befehls ausschließlich den Term einer Ausgleichsfunktion ausgeben. Insbesondere darf es also nicht die Möglichkeit bieten, mithilfe einer vordefinierten Funktion eine grafische Darstellung zu einer durchzuführenden Regression zu erzeugen. Der Grund dafür liegt darin, dass diese Möglichkeit bedeuten würde, dass eine Funktion des Hilfsmittels (hier zum Darstellen von Funktionsgraphen) ausgeführt wird, ohne dass der Nutzer diese Funk-

[21] Einzelne der genannten Beispiele beziehen sich nur auf ein MMS. Diese Beispiele sind jeweils vorangestellt mit MMS gekennzeichnet.

[22] Das Bestimmen des Werts eines Terms, der Prozentzahlen enthält (z. B. $50\,\% + 0{,}8$), ist gestattet.

tion selbst direkt anwendet. Dieses grafische Darstellen soll durch den Prüfling mithilfe des ermittelten Funktionsterms eigenständig erfolgen.

- Bestimmen der relativen Häufigkeiten übereinstimmender Elemente zu den in einer Liste enthaltenen Elementen (z. B. zu einer Liste von 100 Zufallszahlen zwischen 1 und 6 die relative Häufigkeit der Zahl 2):

  Eine solche Bestimmung stellt eine Anwendung einer elementaren Funktion des jeweiligen Hilfsmittels (hier das Bestimmen des Werts eines Quotienten zweier Zahlen) in Verbindung mit der Formel

  $$h_n(A) = \frac{k(A)}{n}$$

  dar, wobei $k(A)$ die absolute Häufigkeit angibt, mit der ein Element A in einer Liste enthalten ist, und n die Gesamtzahl der Elemente in der Liste.

- MMS grafischen Darstellen einer Wahrscheinlichkeitsverteilung:

  Im Zusammenhang mit dem Berechnen von einzelnen und kumulierten Werten der Binomialverteilung sowie von Werten der Normalverteilung darf ein MMS mithilfe vordefinierter Befehle ausschließlich konkrete Werte ausgeben. Insbesondere darf es also nicht die Möglichkeit bieten, mithilfe eines solchen vordefinierten Befehls eine Verteilung oder zu berechnende Werte dieser Verteilung direkt grafisch darzustellen. Der Grund dafür liegt darin, dass diese Möglichkeit bedeuten würde, dass eine Funktion des Hilfsmittels (hier zum Darstellen von Daten in Diagrammen) ausgeführt wird, ohne dass der Nutzer diese Funktion selbst direkt anwendet. Stattdessen sollen Prüflinge mit einem MMS beispielsweise Werte der Binomialverteilung bestimmen und diese anschließend unter Verwendung einer weiteren Funktion des Hilfsmittels eigenständig in einem Diagramm darstellen.

- Bestimmen eines Funktionsterms der Normalverteilung:

  Das jeweilige Hilfsmittel darf mithilfe vordefinierter Befehle zur Normalverteilung ausschließlich konkrete Werte ausgeben. Insbesondere darf es nicht die Möglichkeit bieten, mithilfe solcher Befehle einen zugehörigen Funktionsterm zu erzeugen.

- Bestimmen von Werten der Dichtefunktion der Normalverteilung:

  Eine solche Bestimmung stellt eine Anwendung elementarer Funktionen des jeweiligen Hilfsmittels (hier das Bestimmen des Werts eines Terms mit Zahlen) in Verbindung mit der Formel

  $$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

  dar.[23]

Ebenso nicht vorgesehen sind – als Anwendungen ausdrücklich ausgeschlossener Funktionen oder elementarer Funktionen des jeweiligen Hilfsmittels in Verbindung mit Definitionen oder Formeln – beispielsweise Funktionen eigens zum[24]

- Bestimmen des größten gemeinsamen Teilers mehrerer Zahlen,
- Bestimmen des kleinsten gemeinsamen Vielfachen mehrerer Zahlen,

[23] Die „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“ fordern eine Funktion eigens zum Berechnen von Werten der Normalverteilung. Die Normalverteilung ist jedoch von der zugrunde liegenden Dichtefunktion zu unterscheiden.

[24] Einzelne der genannten Beispiele beziehen sich nur auf ein MMS. Diese Beispiele sind jeweils vorangestellt mit MMS gekennzeichnet.

- Bestimmen der Primfaktorzerlegung einer Zahl,
- näherungsweisen Darstellen eines Dezimalbruchs durch einen Bruch,
- Umwandeln eines Bruchs oder Dezimalbruchs in eine Prozentzahl,
- Umwandeln zwischen unechten Brüchen und gemischten Zahlen,
- Bestimmen eines gemeinsamen Nenners zweier Brüche,
- Umwandeln einer Größe in eine Größe mit anderer Einheit (z. B. 0,5 m in 50 cm),
- Rechnen mit Größen,
- Umwandeln zwischen verschiedenen Darstellungen einer Winkelgröße,
- Bestimmen des Grads eines Polynoms,
- MMS Faktorisieren eines Terms,
- betragsfreien Darstellen eines Terms, der einen Betrag enthält,
- Prüfen der Gültigkeit einer Gleichung oder Ungleichung,
- Bestimmen eines Terms der Umkehrung einer Funktion,
- MMS automatischen Optimieren der Größe des dargestellten Bereichs eines Funktionsgraphen,
- Bestimmen einer durchschnittlichen Änderungsrate,
- MMS Bestimmen eines Vektors der Länge 1 mit vorgegebener Richtung,
- MMS Bestimmen der Determinante, des Rangs, der Spur, der Eigenvektoren oder der Eigenwerte einer Matrix,
- MMS Umformen einer Matrix in Diagonalform,
- MMS Darstellen von Daten in Diagrammen, die vordefinierte Eigenschaften (z. B. Darstellen als Balken mit Gesamtflächeninhalt 1) haben,
- Bestimmen statistischer Kennwerte für eine Menge von Zahlen (z. B. des arithmetischen Mittelwerts, des Medians, eines Quantils),
- Bestimmen eines Terms der Dichtefunktion der Normalverteilung,
- MMS Bestimmen des Graphen der Dichtefunktion der Normalverteilung,
- Bestimmen eines Konfidenzintervalls oder eines Prognoseintervalls.