Handreichungen zur Prüfung und zur Erstellung von Aufgaben

Schriftliche Prüfung für Bildungsgänge mit dem Abschluss der Fachhochschulreife

2022

Mathematik

Die Senatorin für Kinder und Bildung

Freie Hansestadt Bremen

Inhaltsverzeichnis

VORWORT **3**

DIE SCHRIFTLICHE PRÜFUNG **4**

FORMATVORLAGEN, DATEINAMEN UND ABGABE **5**

EINREICHEN DER PRÜFUNGSVORSCHLÄGE 5

EVALUATION DER ZENTRALEN UND GEMEINSAMEN PRÜFUNG **8**

KORREKTURVERFAHREN 8

FEHLERKORREKTURVERMERKE 8

LISTE DER OPERATOREN **10**

VERWENDUNG DER OPERATOREN „BERECHNEN“ UND „BESTIMMEN/ERMITTELN“ MIT DEM WTR 12

LISTE VERBINDLICHER SCHREIBWEISEN **14**

INTERESSANTE LINKS FÜR DIE BERUFLICHE BILDUNG **15**

Herausgeber:
Freie Hansestadt Bremen
Die Senatorin für Kinder und Bildung
Ref. 22 - Berufsbildende Schulen
Rembertiring 8-12, 28195 Bremen

Herausgeber

Vorwort

Sehr geehrte Kolleg:innen,

seit der Einführung zentraler Prüfungen im Schuljahr 2006/07 gibt es Neuerungen bzw. Veränderungen im Fach Mathematik für die Bildungsgänge mit dem Abschluss der Fachhochschulreife. Dazu folgende Hinweise:

- Die Prüfungszeit ist auf 240 Minuten festgelegt worden, da die Schüler:innen vier gleich gewichtete Aufgaben zu bearbeiten haben.
- Die Auswahl der zu bearbeitenden Aufgaben erfolgt durch die Fachlehrer:innen am Tage der Prüfung.
- Für die zu erwartenden Leistungen wird die ARI Mathematik in der aktuellen Fassung zu Grunde gelegt.
- Operatoren sind für eindeutige Aufgabenstellungen unverzichtbar und kennzeichnen zugleich die zu erwartenden Leistungen. Bitte beachten Sie die Präzisierungen zu den Operatoren ***Berechnen*** bzw. ***Bestimmen/Ermitteln***.

Die Formatvorlagen der Vorjahre werden regelmäßig verbessert, deshalb bitte immer die neuen Vorlagen verwenden. Diese sind auf itslearning abgelegt und für angemeldete Benutzer abrufbar.

(Neuer Kurs: „SKB Mathematik Berufliche Bildung >> Dezentrale Prüfungsaufgabenerstellung“; Der Zugang zum neuen Kurs wird Ihnen im alten Kurs „Unterstützung Schulen (LIS) >> Abschlussprüfungen >> Sekundarstufe IIb >> Mathematik“ beschrieben!)

Ebenso abrufbar sind für registrierte Lehrkräfte zentrale Aufgaben von bisherigen Prüfungsdurchgängen.

Auf die Veröffentlichung dezentraler Aufgaben wird weiterhin verzichtet.

Eine Druck-Version für den eigenen Bedarf dieser Handreichung finden Sie im zugehörigen itslearn-ing-Kurs. → Bitte denken Sie an die Umwelt!!!
Bitte entsorgen Sie Ihre alten Handreichungen.

Mit freundlichen Grüßen

i.A.

Carsten Armbruster

Fachberatung Mathematik Berufliche Schulen

carsten.armbruster@schulverwaltung.bremen.de
(carsten.armbruster@bildung.bremen.de)

Stand: Siehe Fußzeile!

Die schriftliche Prüfung

Bestandteile

Die schriftliche Prüfung besteht aus maximal sechs gleich gewichteten Aufgaben, von denen die Prüflinge vier Aufgaben zur Bearbeitung erhalten.

Auswahl

Die Prüflinge erhalten zur Bearbeitung immer die Aufgabe 5 (Wahlpflichtthema) und zusätzlich drei weitere Aufgaben, die die Lehrkraft des Faches am Tage der Prüfung auswählt.

Anzahl der zu erstellenden Aufgabenvorschläge

Pro Prüfungsdurchgang werden zwei komplette Aufgabenvorschläge erstellt, eine für den Haupttermin und eine für den Nachtermin. Diese müssen gleichwertig sein und deren Aufgaben sich sowohl in den zentralen als auch den dezentralen Prüfungsteilen voneinander unterscheiden, um für Nachschreiber:innen eine Prüfungsaufgabe als Reserve vorhalten zu können.

Grundsätzlich werden zentrale Prüfungsteile von der Fachkommission erstellt, die dazu die Schulen beteiligen kann. Die fachrichtungsbezogenen Prüfungsteile werden in Verantwortung der beteiligten Schulen erstellt und von Fachgutachter:innen geprüft.

Zentrale Aufgaben

Vier Aufgaben sind aus dem Themenbereich Analysis, wobei bestimmte Themenaspekte der Differenzial- und Integralrechnung als verbindliche Inhalte berücksichtigt sind.

Dezentrale Aufgaben

Die Schulen reichen die Aufgaben in Papierform bei der SKB oder digitaler Form auf itslearning ein.

Es darf keine Aufgabe vorgeschlagen werden, die im Unterricht so weit behandelt worden ist, dass deren Lösung keine selbstständige Lösung mehr darstellt oder die in einer Prüfung der vorhergehenden zwei Jahre gestellt wurde.

Aufgaben aus veröffentlichten Aufgabensammlungen und aus allgemein zugänglichen Lehrwerken sind nur bei wesentlicher Änderung der Aufgabenstellung zulässig.

Die Aufgabe aus dem unterrichtsbezogenen Wahlpflichtthema erhält die Nummer 5, eine optionale Aufgabe zu einer fachrichtungsbezogenen Anwendung erhält die Nummer 6.

Anforderungen

Alle Aufgaben enthalten jeweils die Anforderungsbereiche I-III in der Gewichtung 40% / 52% / 8%. Bei der Formulierung der Aufgaben müssen die Operatoren verwendet werden, damit die Schüler:innen eindeutige Anweisungen erhalten. Wenn der Rechenweg als ein Teil der Lösung erwartet wird, muss dieses in der Aufgabenstellung entsprechend formuliert werden. Die Zuordnung der Operatoren zu den Anforderungsbereichen ist in der Auflistung angegeben, im Einzelfall hängt sie aber vom Kontext ab.

Prüfungszeit

Die Prüfungszeit beträgt 240 Minuten. Die schriftlichen Prüfungen werden nicht durch eine Pause unterbrochen, so dass die Prüflinge selbst über die gesamte Prüfungszeit verfügen können.

Hilfsmittel

Die Prüflinge dürfen für alle Teile der Prüfung einen nicht programmierbaren Taschenrechner, eine eingeführte Formelsammlung, Zeichengeräte und ein Rechtschreiblexikon benutzen.

Gestaltung der Aufgabenblätter

Um eine einheitliche Gestaltung aller Aufgabenblätter zu gewährleisten, müssen auch die von den Schulen erstellten Prüfungsvorschläge für das berufliche Fenster an das Layout angepasst werden. Dafür werden den Schulen **Formatvorlagen** für die Aufgaben und Erwartungshorizonte im Microsoft Word - Format im itslearning-Kurs „SKB Mathematik Berufliche Bildung“ zur Verfügung gestellt.

Für jeden Vorschlag ist für das allgemeine Deckblatt das **Vorblatt**[1] für Schulen und zusätzlich auf der 2. Seite die Anlage für die FHR Mathematik zu verwenden.

[1] Siehe Datei: „Vorblatt_Schulen_Mathematik“ in der aktuellen Version.

Bei den Aufgabenvorschlägen sollen die Punkte, die in einer Teilaufgabe maximal erreichbar sind, angegeben werden. In den Erwartungshorizonten sind nicht nur die Lösungen, sondern auch der erwartete Lösungsweg zu skizzieren, da erst dann eine sinnvolle Begutachtung stattfinden kann.

Hinweise zur Notenfindung

Alle erbrachten Leistungen werden anhand von Punkten bewertet. Die „Erwartungshorizonte“ beinhalten entsprechende Hinweise. Sie enthalten keine Musterlösungen, da vom jeweiligen Unterricht die Art und Tiefe der Lösung abhängig ist. Deshalb gibt es auch keine direkte Zuordnung zu einzelnen Lösungen und deren Anforderungsbereichen.

Formatvorlagen, Dateinamen und Abgabe

Für die Vervielfältigung der Prüfungsunterlagen ist es erforderlich, dass auch die Aufgaben aus dem „Beruflichen Fenster“ mit einer einheitlichen Formatvorlage erstellt werden müssen.

Formale Aspekte / Technische Hinweise

- Bitte benutzen Sie die aktuellen Formatvorlagen die Ihnen im Kurs „SKB Mathematik Berufliche Bildung“ zur Verfügung gestellt werden:
  - Eine Formatvorlage für das Vorblatt der Schule inkl. Anhang für Mathematik und eine für die Aufgabe inkl. Erwartungshorizont.

  Die Formatvorlagen sind wie folgt benannt:
  Prüfungsjahr_Vorblatt_Prüfungen_berufsbildende_Schulen_Mathematik_Versionsdatum.docx
  Prüfungsjahr_MAT-Vorlage_Bildungsgang_Aufgabe_EW_Versionsdatum.docx
  für die Aufgabe und Erwartungshorizont.

  Zur Erkennung der aktuellen Formatvorlagen werden jedes Jahr die Dateibenennungen sowie in den Formatvorlagen selbst der aktuelle Prüfungsjahrgang angegeben.
- Alle Prüfungsvorschläge bitte nur als Worddateien (docx) und als PDF-Dokumente zur Layoutsicherung einreichen. Der Einsatz von Windows- oder Mac-Computern ist möglich. Mit OpenOffice erstellte Dateien sind als Word-Dokument abzuspeichern.
- Alle Formeln sind mit MathType zu erstellen, ersatzweise kann auch der Formel-Editor verwendet werden. Beim Einsatz von MathType werden dies Formeln dann auch übernommen und können weiterverarbeitet werden.
- Keine eingescannten Texte benutzen, da bei Vervielfältigung kaum lesbar!
- Bei Bedarf nur Bilder, Grafiken, ….einscannen und die Quellenangabe einfügen, bei Internetquellen zusätzlich das Datum des Zugriffs.
- Die mit den Fachgutachter:innen vereinbarten Änderungen sind in die endgültigen Fassungen der Aufgaben zu übernehmen. Bei notwendigen Änderungen muss die Prüfungsaufgabe mit den notwendigen Änderungen erneut digital eingereicht werden, da zentraler und dezentraler Teil der Aufgabenvorschläge fachfremd zusammengefügt und zum Druck vorbereitet werden.
- Falls notwendige Änderungen geringfügig sind, muss die Kommunikation trotzdem per Datenträger oder mit Hilfe eines Verschlüsselungsprogramms z. B. 7-zip oder LiSCrypt erfolgen.

Einreichen der Prüfungsvorschläge

Synopse der beiden Abgabeformen seit 2020-09[2]:

Bewährte Abgabe mit Papier und Datenstick	**Neue alternative Abgabe über itslearning**
Für beide Abgabearten folgt die Erarbeitung der dezentralen Prüfungsvorschläge für das berufliche Fenster mit den **aktuellen Formatvorlagen** in den Kursen „**SKB Mathematik Berufliche Bildung**“ oder „22-15-FB-MAT-Lehrerabgabe“. Bitte verwenden Sie die aktuellen Formatvorlagen für das Prüfungsjahr sowie für Ihren Bildungsgang: *Prüfungsjahr_MAT-Vorlage_Bildungsgang_Aufgabe.docx* für die Aufgabe bzw.	

[2] Besprochen in der Rückkopplungsrunde FHR und BOS am 30.09.2020

<table>
<tr><td colspan="2">Prüfungsjahr_MAT-Vorlage_Bildungsgang_EW.docx für den Erwartungshorizont.

Zur Erkennung der aktuellen Formatvorlagen werden jedes Jahr die Dateibenennungen sowie in den Formatvorlagen selbst der aktuelle Prüfungsjahrgang angegeben.</td></tr>
<tr><td>Das Vorblatt Schule finden Sie in den beiden oben genannten Kursen.
Das Vorblatt als Deckblatt und die inkludierte Anlage der Schule für das Fach bitte digital ausfüllen und unterschreiben.</td><td>Das Vorblatt Schule finden Sie in den beiden oben genannten Kursen.
Das Vorblatt als Deckblatt und die inkludierte Anlage der Schule für das Fach bitte digital ausfüllen und unterschreiben.

Aus Datenschutzgründen ist es nicht notwendig, das Vorblatt und die Anlage digital einzureichen.
Das Vorblatt und die Anlage müssen aber im Original postalisch (z.B. über die Hauspost, siehe dazu den Hinweis zur Umschlagsbeschriftung) an die zuständige Sachbearbeitung mit der OKZ 22-15, Frau Witt gesendet werden.</td></tr>
<tr><td></td><td>Den Zugang zum Abgabe-Kurs „22-15-FB-MAT-Lehrerabgabe“ erhalten Sie durch die zuständige Sachbearbeitung mit der OKZ[3] 22-15, Frau Witt (Beatrice.Witt@bildung.bremen.de), diese schreibt Sie in den Kurs ein und nennt Ihnen ein festgelegtes Passwort für die Abgabe-Dateien über itslearning oder Ihrer Schul-E-Mail-Adresse.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Die Dokumente bitte je nach Bildungsgang wie folgende Muster benennen:

2021_FOS_355_MAT_A5_D1 Deckblatt (Vorblatt inkl. Anlage Mathematik)
2021_FOS_355_MAT_A5_V1 Aufgabentext und Erwartungshorizont
(Prüfungsjahr_Bildungsgang_Schulnummer_Fach _Aufgabennummer_Art
Bildungsgänge: DQM, FOS, FS, ZHH, …)</td></tr>
<tr><td>Ein Datenträger (z.B. USB-Stick) ist mit allen Prüfungsvorschlägen zu erstellen:
- Deckblätter als Worddatei
- Aufgabentexte mit Erwartungshorizont als Worddatei
- Aufgabentexte mit Erwartungshorizont als pdf-Datei[4]</td><td>Alle Prüfungsvorschläge müssen mit dem erhaltenden Passwort verschlüsselt werden:
- Deckblätter als Worddatei
- Aufgabentexte mit Erwartungshorizont als Worddatei
- Aufgabentexte mit Erwartungshorizont als pdf-Datei

Mit LiSCrypt werden alle Dokumente einzeln verschlüsselt und die Originale gelöscht. Eine Anleitung finden Sie auf itslearning[5]
(Tipp: Fertigen Sie vor der Verschlüsselung Sicherheitskopien an!).

Mit einem ZIP-Programm wie z.B. 7-Zip können Sie auch alle Dokumente in einer Datei gemeinsam verschlüsseln.</td></tr>
</table>

[3] Organisationskennzahl
[4] Die Aufgaben und Erwartungshorizonte müssen zur Sicherheit und als Layoutvorlage als PDF-Dateien hinzugefügt werden.
[5] Suchen Sie in itslearning z.B. nach „2019-04-25 Hinweise zur Verwendung von LiSCrypt IQB.pdf“ oder kurz „liscrypt“.

Der Datenträger muss mit Schulnummer, Fach, Prüfungsjahr und Datum beschriftet werden. ***355_MAT_2021_210102***	Bei der Verschlüsselung mit LiSCrypt kann dieser Schritt übersprungen werden. Die verschlüsselte ZIP-Datei mit den Dokumenten müssen mit Schulnummer, Fach, Prüfungsjahr und Datum beschriftet werden. ***355_MAT_2021_210102***
Ein Umschlag mit folgenden Informationen muss beschriftet werden: Absender: Schule bzw. Schulnummer Adressat: Senatorin für Kinder und Bildung Referat 22, OKZ 22-15 Prüfung Fachhochschulreife ***2021*** *(Bildungsgang und das Prüfungsjahr bitte anpassen)* VERTRAULICH Die Umschläge (DIN A4) mit den - Deckblättern, - Aufgabentexten und - Erwartungshorizonten sind **zweifach** als gedruckte Versionen, mit dem Datenträger und dem Deckblatt gemäß Terminplan **persönlich abzugeben** (nicht per Post bzw. Dienstpost senden!)	Die verschlüsselte Datei laden Sie gemäß Terminplan im „**Abgabeordner für die dezentralen Prüfungsaufgaben des beruflichen Fensters**“ Abgabeordner für die dezentralen Prüfungsaufgaben des beruflichen Fensters als verschlüsselte Datei/en im Kurs „**22-15-FB-MAT-Lehrerabgabe**“ hoch. Wichtig: Prüfen Sie Ihre Abgaben auf itslearning nochmals, um sicher zu gehen, dass Sie Ihre Abgaben unversehrt hochgeladen haben.

Die Fachgutachten

Ihre Abgaben werden durch die Sachbearbeitung gesichert und digital an die zuständigen Fachgutachter:innen mit jeweils einem eigenen itslearning-Kurs, z.B. „**22-15-FB-MAT-FG 01**“ weitergeleitet und durch diese werden die beiden Prüfungsvorschläge inhaltlich und formal auf ihre Eignung beurteilt.

Für jede Prüfung wird ein eigener Ordner im jeweiligen Kurs erstellt, in dem Sie und die Fachgutachter:innen die Vorschläge sehen können.

2021_603_FOS_Mathematik

Falls noch Änderungen an den Prüfungen vorgenommen werden müssen, können diese direkt hier eingepflegt werden.

Die Fachgutachter:innen werden sich bei Fragen an die auf dem Vorblatt genannten Personen über Telefon, itslearning oder Ihre Schul-E-Mail-Adresse melden, um die Kommunikation mit Ihnen zu beginnen. Die mit den Fachgutachter:innen vereinbarten Änderungen werden von einem Mitglied der Facharbeitsgruppe für die Prüfungserstellung eingearbeitet. Ein erneutes Einreichen (s.o.) der Prüfungsvorschläge an die Fachgutachter:innen ist nicht immer notwendig.

Auf Vorschlag der Fachgutachter:innen entscheidet die Fachaufsicht, welcher Prüfungsvorschlag für den Haupttermin und welcher für den Nachschreibtermin verwendet wird.

Evaluation der Zentralen und Gemeinsamen Prüfung

Zentrale bzw. gemeinsame Prüfungen sind in den Bildungsgängen mit dem Abschluss der Fachhochschulreife mit dem Hinweis der Qualitätssicherung eingeführt worden und erfordern somit eine Evaluation der Prüfungsergebnisse. Die Evaluation der Prüfung wird vom Referat 22 -Berufsbildende Schulen- organisiert und von den jeweiligen Fachgutachter:innen durchgeführt, die die fachliche Kompetenz in den Fächern besitzen. Ausgesuchte Schulen werden jeweils für eine Evaluation angefragt.

Korrekturverfahren

Durch das folgende Korrekturverfahren[6] wird die Qualität sichergestellt und die Korrekturen haben auch vor Gericht bestand.

- Die Prüfer:innen und die Korreferent:innen werden schulintern festgelegt.
- Aus der Korrektur und den Notizen muss sich die Note logisch ergeben, aus diesem Grund genügen nicht Haken für richtige Lösungen, f für falsche Lösungen und erreichte Punkte.
- Mängel und Vorzüge einer Klausurleistung sind gleichermaßen zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung sollte dabei Art und Schwere des Mangels bzw. die Bedeutung des Vorzuges charakterisieren und sich auf die erwarteten Teilleistungen beziehen.
- Taschenrechnereinsatz zur Kontrolle ist zulässig, allerdings muss in der Niederschrift der Rechenweg angegeben sein. Ein Ergebnis „laut Taschenrechner“ ohne Ansatz führt dazu, dass nur Teilpunkte vergeben werden dürfen.
- Nachgewiesene Rechenschwächen werden ebenso nicht berücksichtigt wie Schreib-/Leseschwäche.
- Die Korrekturen des Korreferenten sollten durch die Verwendung von unterschiedlichen Farben hervorgehoben sein, z.B. mit den Farben Rot und Grün.
- Die Verwendung von Fehlerkorrekturvermerke ist notwendig.

Fehlerkorrekturvermerke

Folgende Fehlerkorrekturvermerke[7] können als Muster genutzt werden.

Kennzeichnung inhaltlicher Mängel

Algebrafehler	AF	
Aufgabenstellung nicht beachtet		
Begründung (fehlend/falsch)	Bg	
Fachsprache/Fachsymbolik (nicht angewandt / fehlerhaft)	FS	
Fehlende/falsche Begründung	fB	
Fehlende Dokumentation / nicht nachvollziehbar	fD/DF	
Folgefehler	(v)	Wird nicht mit Punktabzug bewertet
Logikfehler	LF	
Rechenfehler	RF	
Schreib-/Übertragungsfehler	SF	
ungenau	ug	
unvollständig	uv	
Vorzeichenfehler	VF	

Kennzeichnung kontextabhängiger Fehler oder Anwendungsfehler

[6] Erstellt im Oktober 2014 vom Fachberater Herrn Eberhard Neef.

[7] Eine erweiterte Version für die FHR finden Sie im Kurs „SKB Mathematik Berufliche Bildung“ mit dem Suchwort „Fehlerkorrekturvermerke“

Einheit (fehlend / falsch)	fE	
Metrik (falsch)	M	

Kennzeichnung sprachlicher Mängel

Müssen gekennzeichnet werden, führen aber nicht zu einem Punktabzug.

Liste der Operatoren

Die in den zentral gestellten Prüfungsaufgaben verwendeten Operatoren (Arbeitsaufträge) werden in der folgenden Tabelle definiert und inhaltlich gefüllt.

Neben Definitionen und Beispielen enthält die Tabelle auch Zuordnungen zu den Anforderungsbereichen I, II und III, wobei die konkrete Zuordnung auch vom Kontext der Aufgabenstellung abhängen kann und eine scharfe Trennung der Anforderungsbereiche nicht immer möglich ist.

Operatoren	Definitionen	Beispiele
Angeben, nennen **I**	Ohne nähere Erläuterungen und Begründungen, ohne Lösungsweg aufzählen	Geben Sie drei Punkte an, die auf dem Graphen der Funktion liegen. Nennen Sie drei weitere Beispiele zu ...
Berechnen **I-II**	Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen. Siehe Seite 6-7.	Berechnen Sie die Nullstellen des Graphen der Funktion.
Erstellen **I**	Einen Sachverhalt in übersichtlicher, meist fachlich üblicher oder vorgegebener Form darstellen	Erstellen Sie eine Wertetabelle für die Funktion.
Beschreiben **I – II**	Sachverhalt oder Verfahren in Textform unter Verwendung der Fachsprache in vollständigen Sätzen in eigenen Worten wiedergeben (hier sind auch Einschränkungen möglich: "Beschreiben Sie in Stichworten").	Beschreiben Sie den Bereich möglicher Ergebnisse. Beschreiben Sie, wie Sie dieses Problem lösen wollen, und führen Sie danach Ihre Lösung durch.
Skizzieren **I – II**	Die wesentlichen Eigenschaften eines Objektes graphisch darstellen (auch Freihandskizze möglich)	Skizzieren Sie den Graphen der Funktion.
Zeichnen, graphisch darstellen **I – II**	Eine hinreichend exakte graphische Darstellung auf der Grundlage von Punktkoordinaten oder konkreter Funktionseigenschaften anfertigen	Zeichnen Sie den Graphen der Funktion im Intervall [a;b].
Entscheiden **II**	Bei Alternativen sich begründet und eindeutig auf eine Möglichkeit festlegen.	Entscheiden Sie, welcher Funktionstyp die Problemstellung annähernd beschreibt.
Erläutern **II**	Die Gründe für etwas angeben und verständlich darstellen	Erläutern Sie den Verlauf des Graphen von F in Abhängigkeit vom Verlauf des Graphen von $f\ (F' = f)$
Untersuchen **II**	Sachverhalte nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien darstellen	Untersuchen Sie die Funktion ... Untersuchen Sie, ob die Verbindungskurve ohne Knick in die Geraden einmündet.
Veranschaulichen **II**	Mathematische Sachverhalte oder berechnete Werte z. B. durch Schraffuren, Baumdiagramme etc. anschaulich darstellen	Veranschaulichen Sie die Maßzahl des bestimmten Integrals mit der Darstellung des Graphen von f .

Operatoren	Definitionen	Beispiele
Begründen **II – III**	Einen angegebenen Sachverhalt auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen. Hierbei sind Regeln und mathematische Beziehungen zu nutzen und mit kommentierendem Text anzugeben.	Begründen Sie, dass die Funktion nicht mehr als drei Wendestellen aufweisen kann.
Bestimmen, ermitteln **II – III**	Einen möglichen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren. Siehe Seite 6-7.	Ermitteln Sie graphisch den Schnittpunkt. Bestimmen Sie aus diesen Werten die Koordinaten der beiden Punkte.
Herleiten **II – III**	Die Entstehung oder Ableitung eines gegebenen oder beschriebenen Sachverhalts oder einer Gleichung aus anderen oder aus allgemeineren Sachverhalten darstellen	Leiten Sie die gegebene Formel her.
Interpretieren **II – III**	Die Ergebnisse einer mathematischen Überlegung rückübersetzen auf das ursprüngliche Problem	Interpretieren Sie: Was bedeutet Ihre Lösung für die ursprüngliche Frage?
Vergleichen **II – III**	Nach vorgegebenen oder selbst gewählten Gesichtspunkten Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln und darstellen	Vergleichen Sie verschiedene Lösungsmöglichkeiten
Zeigen, nachweisen **II – III**	Eine Aussage, einen Sachverhalt nach gültigen Schlussregeln, Berechnungen, Herleitungen oder logischen Begründungen bestätigen	Zeigen Sie, dass die gegebene Funktionsgleichung die Problemstellung beschreibt.
Beurteilen, Folgerungen ziehen **III**	Zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen.	Beurteilen Sie, welche der beiden vorgeschlagenen modellierenden Funktionen das ursprüngliche Problem besser darstellt.

Verwendung der Operatoren „Berechnen“ und „Bestimmen/Ermitteln“ mit dem WTR

(unter dem Gesichtspunkt des Einsatzes eines wissenschaftlichen Taschenrechners (WTR) im Rahmen der schriftlichen Prüfung)

Der Einsatz von wissenschaftlichen Taschenrechnern bei schriftlichen Leistungsnachweisen erfordert besondere Anforderungen an die Dokumentation von Lösungswegen in Form schriftlicher Erläuterungen. Dabei ist auf eine korrekte mathematische Schreibweise zu achten; rechnerspezifische Schreibweisen (z. B. 3E-10, SOLVE($5 \cdot x = 10$)=2 usw.) sind zu vermeiden.
Wissenschaftliche Taschenrechner verfügen über **erweiterte Funktionalitäten** zur numerischen Berechnung z. B.

- von Nullstellen ganzrationaler Funktionen bis dritten/vierten Grades,
- der (näherungsweise) Lösung von Gleichungen,
- der Lösung eindeutig lösbarer linearer Gleichungssysteme mit bis zu drei (vier) Unbekannten,
- der Ableitung an einer Stelle,
- bestimmter Integrale.

Beim Einsatz bei schriftlichen Leistungsnachweisen sind besondere Anforderungen an die Lösungswegdokumentation in Form schriftlicher Erläuterungen zu stellen, die von den jeweiligen Operatoren abhängig sind:

➢ **berechnen I-II**
Durch Rechenoperationen zu einem Ergebnis gelangen und die Rechenschritte dokumentieren.
Es muss ein Rechenweg **ohne Nutzung** der **erweiterten Funktionalitäten** eines WTR dokumentiert und das Ergebnis formuliert werden.

➢ **bestimmen/ermitteln II-III**
Einen Zusammenhang oder einen möglichen Lösungsweg aufzeigen und das Ergebnis formulieren.
Die **erweiterten Funktionalitäten** eines WTR können benutzt werden. Die Nutzung muss dokumentiert werden. Die Art der Dokumentation obliegt im Unterricht vereinbarter Schreibweisen.

Beispiele zur Lösungsdokumentation

Selbstverständlich sind Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber dem Operator entsprechend als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Die Prüfungsaufgaben sind vielfach in ein Sachproblem eingebunden, das durch ein mathematisches Verfahren gelöst wird. In den folgenden Beispielen werden zwei dieser Lösungsverfahren mit Hilfe der Operatoren ***Berechnen*** bzw. ***Bestimmen/Ermitteln*** betrachtet.

Gegeben sind die Gleichungen der Funktionen f mit $f(x) = 2x^2 - 3x - 4$ und g mit $g(x) = \frac{1}{2}x + 1$.	
Berechnen Sie die Schnittpunkte der Graphen der beiden Funktionen f und g.	**Bestimmen/Ermitteln** Sie die Schnittpunkte der Graphen der beiden Funktionen f und g.
Ansatz formulieren, wie z. B. $f(x) = g(x)$.	Ansatz formulieren, wie z. B. $f(x) = g(x)$
Rechenoperationen/-schritte dokumentieren $2x^2 - 3x - 4 = \frac{1}{2}x + 1$ $0 = x^2 - \frac{7}{4}x - \frac{5}{2}$	Lösungsweg aufzeigen und dokumentieren $2x^2 - 3x - 4 = \frac{1}{2}x + 1$ $0 = 2x^2 - 7x - 5$ | TR, Solve/Löse $x_1 \approx -0{,}93$ $x_2 \approx 2{,}68$ *(Numerisch mit den **erweiterten Funktionalitäten***

$x_{1,2} = \frac{7}{8} \pm \sqrt{\left(\frac{7}{8}\right)^2 + \frac{5}{2}}$ $x_1 \approx -0{,}93$ $x_2 \approx 2{,}68$ In $f(x)$ einsetzen: $S_1(-0{,}93 \mid 0{,}53)$ $S_2(2{,}68 \mid 2{,}34)$	*des WTR gelöst.)* In $f(x)$ einsetzen: $S_1(-0{,}93 \mid 0{,}53)$ $S_2(2{,}68 \mid 2{,}34)$ *(<u>Hinweis:</u> Die Lösung kann alternativ auch ohne Nutzung der **<u>erweiterten Funktionalität</u>** des WTR **berechnet** werden.)*

Berechnen Sie den Wert des Integrals $\int_1^3 \left(x^2+1\right) dx$.	Bestimmen/Ermitteln Sie den Wert des Integrals $\int_1^3 \left(x^2+1\right) dx$.
$\int_1^3 \left(x^2+1\right) dx = \left[\frac{1}{3}x^3 + x\right]_1^3$ $= \left(\frac{1}{3}\cdot 3^3 + 3\right) - \left(\frac{1}{3}\cdot 1^3 + 1\right) = \frac{32}{3}$	$\int_1^3 \left(x^2+1\right) dx = \frac{32}{3}$ *(<u>Hinweis:</u> Die Lösung kann alternativ auch ohne Nutzung der **<u>erweiterten Funktionalität</u>** des WTR **berechnet** werden.)*

Liste verbindlicher Schreibweisen

$\mathbb{N}$	Menge der natürlichen Zahlen $\{0;1;2;3;4;...\}$
$\mathbb{N}^*$	$\{1;2;3;4;...\}$
$\mathbb{R}$	Menge der reellen Zahlen
$\mathbb{R}^*$	$\mathbb{R}\setminus\{0\}$
$\{x \in \mathbb{R} \mid x \leq 5\}$	Menge aller reellen Zahlen x, für die gilt: $x \leq 5$
$[a;b]$	Abgeschlossenes Intervall von a bis b : $\{x \in \mathbb{R} \mid a \leq x \leq b\}$
$[a;b[$	Halboffenes Intervall von a bis b einschließlich a: $\{x \in \mathbb{R} \mid a \leq x < b\}$
$]a;b[$	Offenes Intervall von a bis b : $\{x \in \mathbb{R} \mid a < x < b\}$
$]a;b]$	Halboffenes Intervall von a bis b einschließlich b: $\{x \in \mathbb{R} \mid a < x \leq b\}$
f, g, h, ...	Funktion f, Funktion g, Funktion h, …
$f(x)$	Funktionsterm
$f(x) = 3x^2 - x + 4$	Funktionsgleichung
Funktion f mit $f(x) = 3x^2 - x + 4$	Explizite Beschreibung einer Funktion
$D_{\max}$	maximale Definitionsmenge
$x_N, x_E, x_W, \ldots,$	Nullstelle, Extremstelle, Wendestelle, ...
x_P	Polstelle (Unendlichkeitsstelle)
Graph f	Funktionsgraph der Funktion f
x-Achse, y-Achse	Koordinatenachsen im zweidimensionalen, cartesischen Koordinatensystem
$\lim\limits_{x \to x_0} f(x)$	Grenzwert von f für x gegen x_0
$f'(x_0) = \lim\limits_{h \to 0} \frac{f(x_0+h) - f(x_0)}{h}$	Differenzialquotient von f an der Stelle x_0
f'	Ableitungsfunktion der Funktion f (kurz:“ *Ableitung f Strich*“)
$f'(x_0)$	Ableitung von f an der Stelle x_0
$\int_a^b f(x)\,dx = F(b) - F(a)$	Integral der Funktion f in den Grenzen von a bis b F ist Stammfunktion der Funktion f
$\int_a^x f(t)\,dt$	Schreibweise für eine spezielle Stammfunktion in entsprechenden Anwendungsbezügen
$\int_a^\infty f(x)\,dx$	Uneigentliches Integral: $\lim\limits_{g \to \infty} \left(\int_a^g f(x)\,dx \right)$
A	Flächenmaßzahl
V	Volumenmaßzahl

Interessante Links für die berufliche Bildung

Seite der Beruflichen Bildung in Bremen inkl. Wegweiser:
https://www.bildung.bremen.de/berufsbildende_schulen-102584 (2020-10-25)

Zusammenfassung der Zentralen Abschlussprüfungen beim LIS (Termine, Schwerpunkte, usw.):
https://www.lis.bremen.de/schulqualitaet/zentrale_abschlusspruefungen-12695 (2020-10-25)

Die Bildungspläne der Beruflichen Bildung beim LIS:
https://www.lis.bremen.de/schulqualitaet/curriculumentwicklung/bildungsplaene/sekundarbereich_ii___berufsbildend-15316 (2020-10-25)