

Standardisierte kompetenzorientierte schriftliche Reife- und Diplomprüfung in Angewandter Mathematik an BHS

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, Abteilung III/6

1. Die standardisierte schriftliche Reife- und Diplomprüfung in Angewandter Mathematik

Die Bildungssysteme in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union weisen im Bereich der Berufsbildung eine große Bandbreite auf, die als Erfolgsfaktor für innovative Verfahren und Produkte und wesentliche Wirtschaftsleistungen verstanden wird. Die Vielfalt der Bildungswege fördert unterschiedliche Denk- und Handlungsansätze und schafft ein Potenzial an Qualifikationen, das zu originellen Problemlösungen befähigt. Dieses Potenzial kann nur wirksam werden, wenn vielfältige Kompetenzen exakt beschrieben und transparent gemacht und ihrem Wert entsprechend anerkannt werden. Im europäischen und nationalen Qualifikationsrahmen (EQR bzw. NQR) sind diese Kompetenzen in allen Fächern, die in den Abschlüssen vorkommen, also auch der Angewandten Mathematik, festgemacht.

Sowohl die österreichischen Lehrpläne (vgl. Berufsbildende Schulen in Österreich 2017 [1]) als auch die Empfehlungen für lebensbegleitendes Lernen des Europäischen Parlaments (vgl. Empfehlung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zu Schlüsselkompetenzen für lebensbegleitendes Lernen [2]) definieren den Bildungsauftrag des Unterrichtsgegenstands Mathematik als den Aufbau mathematischer Kompetenz. Darunter ist die Fähigkeit zu verstehen, mathematisches Denken zu entwickeln und anzuwenden, um Probleme in alltäglichen Situationen zu bewältigen.

Das Konzept der österreichischen Bildungsstandards und jenes der standardisierten kompetenzorientierten Reife- und Diplomprüfung basieren auf dieser bildungstheoretischen Zielsetzung. Der zentrale Bildungsauftrag des Unterrichtsgegenstands Angewandte Mathematik muss allerdings im Sinne des dualen Bildungsauftrags des berufsbildenden höheren Schulwesens geschärft werden: Einerseits gilt es, die Gemeinsamkeiten des hochdifferenzierten Systems der Berufsbildung nach Maßgabe des Möglichen und Sinnvollen herauszuarbeiten und in einheitlichen Aufgabenstellungen abzubilden. Zugleich müssen Unterricht und Prüfungsaufgaben aber den spezifischen Erfordernissen des jeweils angestrebten Berufsfeldes Rechnung tragen und damit die Berufsberechtigungen der Absolventinnen und Absolventen sicherstellen. Daraus ergibt sich zwingend eine durchgängige Anwendungsorientierung in berufsspezifisch relevanten Kontexten.

1.1. Konzept

Das Konzept der SRDP in Angewandter Mathematik basiert auf den bildungstheoretischen Grundsätzen, die für diesen Unterrichtsgegenstand für die 13. Schulstufe formuliert wurden (vgl. Bildungsstandards Angewandte Mathematik (BHS). Stand: Januar 2009 [3]). Dieses Konzept manifestiert sich über die Vielfalt der Bildungswege, fördert unterschiedliche Denk- und Handlungsansätze und schafft ein Potenzial an Qualifikationen, das zu kreativen Problemlösungen befähigt. Das österreichische BHS-Schulsystem ist hochdifferenziert und vereint verschiedene Schulformen mit jeweils unterschiedlichen Anforderungen.

Diesem Umstand wurde bereits bei der Entwicklung der Bildungsstandards für Angewandte Mathematik Rechnung getragen. Es wurde dabei ein Kompetenzmodell entwickelt, pilotiert und angewendet, das zwischen Grundkompetenzen im gemeinsamen Kern und schulformspezifischen Kompetenzen (vgl. Kompetenz- und Begriffekataloge für Angewandte Mathematik (gültig ab den Matura-Prüfungsterminen 2017/2018) [4]) unterscheidet. Diese Differenzierung wird auch bei der SRDP in Angewandter Mathematik durch eine Zweiteilung der Prüfung (Teil A und Teil B) abgebildet. Beide Teile werden jedoch stets als Ganzes betrachtet. Das Kompetenzmodell unterscheidet in der Handlungsdimension vier (Modellieren/Transferieren, Operieren/Technologieeinsatz, Interpretieren/Dokumentieren sowie Argumentieren/Kommunizieren) und in der Inhaltsdimension fünf Ausprägungen (Zahlen und Maße, Algebra und Geometrie, Funktionale Zusammenhänge, Analysis, Stochastik). Unter Verwendung dieses Kompetenzmodells wurden Deskriptoren formuliert, die eine Verknüpfung von Handlungs- und Inhaltselementen darstellen und zusammengefasst in den Kompetenzkatalogen für den gemeinsamen Kern – Teil A – und die jeweiligen Cluster – Teil B – die inhaltliche Basis für die SRDP in Angewandter Mathematik bilden.

Der Aufbau und die Inhalte der Kompetenzkataloge sichern entsprechend den Anforderungen des EQR und des NQR sowohl die Studierfähigkeit als auch die berufliche Fachqualifikation der Absolventinnen und Absolventen ab. Die Umsetzung des Kompetenzmodells für Angewandte Mathematik läuft auf eine Aufgabensammlung hinaus, die berufs- und lebenspraktische Bezüge in den Mittelpunkt stellt. Jede Aufgabe sollte einen klaren Bezug zu einem verbal oder formal gestellten Problem haben, das in der beruflichen oder berufsnahen Praxis – im Sinne der „Bildung im Medium des Berufes“ vorkommt – und mit einer kurzen Fachbezeichnung als Übertitel charakterisierbar ist. Auch bei den allgemeinen Aufgaben, die die Studierfähigkeit betreffen, sind „Umfeldbezüge“ mit Inhalten aus Nachbardisziplinen wie Naturwissenschaften, Vermessungstechnik sowie kaufmännischen Themen u. a. erwünscht. Allerdings sollen formale Gesetzmäßigkeiten, die dieser Nachbardisziplin entsprechen, im Aufgabentext enthalten sein.

Die Aufgabenstellung in Teil A charakterisiert sich folgendermaßen:

- enthält mindestens vier voneinander unabhängige Aufgaben
- bildet die Inhalte des Grundkompetenzenkatalogs ab
- basiert auf einem schulformenübergreifenden Kontext
- umfasst alle Handlungskompetenzen
- für jede Teilaufgabe werden 1, 2, 3 oder 4 Punkte vergeben

Die Aufgabenstellung in Teil B charakterisiert sich folgendermaßen:

- enthält mindestens zwei voneinander unabhängige Aufgaben
- basiert auf einem schulformspezifischen Kontext
- umfasst alle Handlungskompetenzen
- für jede Teilaufgabe werden 1, 2, 3 oder 4 Punkte vergeben

1.2. Clusterbildung

Die Differenzierung der berufsbildenden Ausbildungsangebote manifestiert sich in unterschiedlichen Ausbildungszielen, Lehrplänen, Kontexten und Inhalten, in der unterschiedlichen Anzahl und Verteilung von Jahreswochenstunden nach Jahrgang, nicht zuletzt auch in unterschiedlichen Traditionen je nach Schulform. Das Konzept der Reifeprüfung in Angewandter Mathematik sieht die Bildung von Clustern (vgl. Clustereinteilung Angewandte Mathematik (BHS) [5]) vor, um dieser Differenzierung gerecht zu werden.

1.3. Antwortformate

Die relevanten Antwortformate (vgl. Antwortformate SRDP Angewandte Mathematik (BHS) [6]) sollten im Unterricht in sinnvollem Maße eingesetzt werden, damit eine Vertrautheit bei den Kandidatinnen und Kandidaten im Umgang mit diesen Antwortformaten entsteht.

Eingesetzte Antwortformate:

- **Offenes Antwortformat**
Beim offenen Antwortformat kann die Bearbeitung der Aufgaben auf sehr unterschiedliche Weise erfolgen, z. B. durch eine Berechnung oder durch eine Erstellung einer Grafik.
- **Halboffenes Antwortformat**
Beim halboffenen Antwortformat muss die richtige Antwort in eine vorgegebene Gleichung, Funktion etc. eingesetzt werden.
- **Konstruktionsformat**
Bei diesem Antwortformat ist eine Abbildung, eine Grafik, ein Diagramm etc. vorgegeben. Diese Aufgaben erfordern die Ergänzung von Graphen, Punkten, Vektoren o. Ä. in die vorgegebene Darstellung.
- **Multiple-Choice-Antwortformat (1 aus 5)**
Dieses Antwortformat ist durch einen Fragenstamm und fünf Antwortmöglichkeiten gekennzeichnet. Aufgaben werden korrekt bearbeitet, indem die zutreffende Antwortmöglichkeit angekreuzt wird.
- **Lückentext**
Dieses Antwortformat ist durch einen Satz mit zwei Lücken gekennzeichnet, d. h., im Aufgabentext sind zwei Stellen ausgewiesen, die ergänzt werden müssen. Für jede Lücke sind je drei Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Aufgaben dieses Formats werden korrekt bearbeitet, indem die Lücken durch Ankreuzen der beiden zutreffenden Antwortmöglichkeiten gefüllt werden.
- **Zuordnungsformat (2 zu 4)**
Dieses Antwortformat ist durch vier Auswahlmöglichkeiten (z. B. Aussagen, Tabellen, Abbildungen) gekennzeichnet, die den vorgegebenen zwei Antwortmöglichkeiten zugeordnet werden müssen. Aufgaben dieses Formats werden korrekt bearbeitet, indem man den beiden Antwortmöglichkeiten durch Eintragen des entsprechenden Buchstabens (aus A bis D) jeweils die zutreffende Auswahlmöglichkeit zuordnet.

1.4. Technologieeinsatz

Im Berufsleben ist die Verwendung von moderner Technologie beim Anwenden von Mathematik allgegenwärtig. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen und eine Chancengleichheit sicherzustellen, wurden allgemeingültige, produktunabhängige Mindestanforderungen an die verwendete Technologie festgelegt.

Folgende Funktionalitäten werden dabei vorausgesetzt:

- Darstellung von Funktionsgraphen
- Möglichkeiten des numerischen Lösens von Gleichungen und Gleichungssystemen
- numerisches Integrieren
- grundlegende Funktionen der Matrizenrechnung
- Funktionen für statistische Kenngrößen, lineare Regression und Korrelation, Binomial- und Normalverteilung

1.5. Feldtestung

Im Rahmen von jährlich durchgeführten Feldtestungen werden Aufgaben, die für die SRDP in Angewandter Mathematik erstellt worden sind, von Schülerinnen und Schülern in prüfungsrelevanter Situation getestet. Erkenntnisse aus dieser Testung fließen in die Aufgabenentwicklung ein.

1.6. Standard-Setting

Ziel der SRDP in Angewandter Mathematik ist es, mathematische Kompetenzen mit geeigneten Methoden zu messen. Die Rahmenbedingungen sind dabei gesetzlich vorgegeben (Prüfungsart, Prüfungsdauer, Beurteilung, Verpflichtung zum Antritt ...). Dabei wird mithilfe einer Aufgabe in Kombination mit einem Antwortformat die zu messende Grundkompetenz operationalisiert. Im Prozess der Aufgabenentwicklung durchläuft jede Aufgabe mehrere Qualitätsschleifen, bevor sie als Prüfungsaufgabe ausgesucht werden kann. In sogenannten Standard-Settings wird einer Gruppe von Fachkolleginnen und -kollegen eine Auswahl an Aufgaben vorgelegt, die mit bestimmten Kennwerten belegt werden.

Dazu wurde für die SR(D)P in Mathematik bzw. Angewandter Mathematik ein Kompetenzstufenmodell (O-M-A-Modell) entwickelt, welches die Einstufung von Prüfungsaufgaben in den Dimensionen Operieren, Modellieren und Argumentieren auf verschiedenen Komplexitätsstufen (1 bis 4) ermöglicht. Zu den Ansprüchen von standardisierten Abschlussprüfungen zählen die Vergleichbarkeit und die Transparenz von Anforderungen über verschiedene Klausurtermine hinweg. Im Rahmen des Standard-Settings für die SRDP in Angewandter Mathematik werden abgefragte Handlungskompetenzen nach dem Kompetenzstufenmodell (O-M-A-Modell) (vgl. Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung [7]) von rund 20 Expertinnen und Experten aus BHS-Schulformen in einem mehrstufigen Prozess geratet. Dadurch wird jeder abgefragten Handlungskompetenz und jedem zu erreichenden Punkt eine valide Komplexitätsstufe und ein valider Handlungsbereich zugewiesen.

Ziele des Einsatzes eines Kompetenzstufenmodells sind:

- Formulierung von Kompetenzstufen, um Testleistungen inhaltlich vergleichbar zu interpretieren
- Orientierungsgrundlage für die Entwicklung und Einstufung von (Lern- und) Prüfungsaufgaben
- theoretisch und empirisch begründeter Erwartungshorizont für die Performanz von Kandidatinnen und Kandidaten

Die Einstufung der Aufgaben in das O-M-A-Modell ermöglicht es (neben der Zuordnung zu den einzelnen Grundkompetenzen und den Ergebnissen aus der Feldtestung), eine weitere Kennzahl einer Prüfungsaufgabe zu generieren, die als zusätzliches Hilfsmittel zum „Konstanthalten des Schwierigkeitsgrades“ von Klausurheften herangezogen werden kann. Prinzipiell werden Prüfungsaufgaben den Stufen 1 bis 3 zugeordnet, und eine Ausgewogenheit der Handlungsaspekte wird angestrebt.

1.7. Beurteilung

Die Beurteilung der Klausurarbeiten ist nach Maßgabe der den standardisierten Aufgabensstellungen zugehörigen Korrektur- und Beurteilungsanleitungen [8] durchzuführen, diese werden am Prüfungstag auf <https://korrektur.srdp.at> veröffentlicht.

Für die Beurteilung wird ein auf einem Punktesystem basierender Beurteilungsschlüssel angegeben.

Um eine faire Beurteilung und ein gleichbleibendes Anforderungsniveau der Klausur zu bewerkstelligen, werden den Handlungsanweisungen im Rahmen eines Standard-Settings anhand des Kompetenzstufenrasters von Expertinnen und Experten Komplexitätsstufen und Handlungsbereiche zugeordnet. Diese Zuordnungen stellen die Basis für eine hinsichtlich der Komplexität ausgewogene Zusammenstellung des Klausurhefts dar.

Beurteilungsschlüssel:

Note	Punkte
Sehr gut	44 – 48 Punkte
Gut	38 – 43 Punkte
Befriedigend	31 – 37 Punkte
Genügend	23 – 30 Punkte
Nicht genügend	0 – 22 Punkte

2. Literatur

- [1] BMB (Hrsg.): Berufsbildende Schulen in Österreich 2017.
<https://www.abc.berufsbildendeschulen.at/downloads/>
- [2] EU (Hrsg.): *Empfehlung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zu Schlüsselkompetenzen für lebensbegleitendes Lernen.*
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0962&from=DE>
- [3] BMUKK (Hrsg.): *Bildungsstandards Angewandte Mathematik (BHS). Stand: Januar 2009.*
<https://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/sites/default/files/broschuere/BBS-Bildungsstandards-Broschuere-Angewandte-Mathematik-BHS.pdf>
- [4] BIFIE (Hrsg.): *Kompetenz- und Begriffekataloge für Angewandte Mathematik (gültig ab den Matura-Prüfungsterminen 2017/2018).*
- [5] BIFIE (Hrsg.): *Cluster-Einteilung Angewandte Mathematik (BHS) ab Matura-Prüfungstermine 2017/18.*
- [6] BMBWF (Hrsg.): *Antwortformate SRDP Angewandte Mathematik (BHS).*
- [7] Siller, Hans-Stefan, Regina Bruder et al.: *Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung.* In: Roth, Jürgen und Judith Ames (Hrsg.): *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014.* Münster: WTM 2014, S. 1135–1138.
- [8] BMBWF (Hrsg.): *Korrektur- und Beurteilungsanleitung zur SRDP Angewandte Mathematik (BHS) und zur standardisierten Berufsreifeprüfung Mathematik (BRP).*