Standardisierte kompetenzorientierte schriftliche Reifeprüfung in Angewandter Mathematik an BHS – Analysen und Erkenntnisse aus dem ersten Haupttermin 2015/16

DIETER HEBENSTREIT; MARTIN HOFER, WIEN

Bundesministerium für Bildung, Abteilung II/9

Im Schuljahr 2015/16 wurde an berufsbildenden höheren Schulen (BHS) die standardisierte schriftliche Reifeprüfung (SR(D)P) in Angewandter Mathematik verpflichtend eingeführt.

1. Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Angewandter Mathematik

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 (BHS) 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 SR(D)P in Angewandter Mathematik (BHS) basiert auf den bildungstheoretischen Grundsätzen, die für diesen Unterrichtsgegenstand für die 13.Schulstufe formuliert wurden (vgl. Bildungsstandards Angewandte Mathematik (BHS) [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 (BHS) Rechnung getragen. Es wurde dabei ein Kompetenzmodell entwickelt, pilotiert und angewendet, das zwischen Grundkompetenzen im gemeinsamen Kern und schulformspezifischen Kompetenzen (vgl. Kompetenzkataloge für die SR(D)P in Angewandter Mathematik (BHS) [4]) unterscheidet. Diese Differenzierung wird auch bei der SR(D)P 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 (Modellie-

ren/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 SR(D)P in Angewandter Mathematik bilden.

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 neuen Reifeprüfung in Angewandter Mathematik (BHS) sieht die Bildung von Clustern (vgl. Clustereinteilung für die SR(D)P in Angewandter Mathematik (BHS) [5]) vor, um dieser Differenzierung gerecht zu werden.

1.3 **Antwortformate** (vgl. Antwortformate SR(D)P Angewandte Mathematik (BHS) [6])

Die relevanten Antwortformate sollten im Unterricht in sinnvollem Maße eingesetzt werden, damit eine Vertrautheit bei den Kandidatinnen und Kandidaten im Umgang mit diesen Antwortformaten entsteht.

Eingesetzte Antwortformate:

1. Offenes/halboffenes 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.
Beim halboffenen Antwortformat soll die korrekte Antwort in eine vorgegebene Formel, Funktion etc. eingesetzt werden.

2. Konstruktionsformat

Ein Diagramm, eine Grafik oder eine Abbildung ist vorgegeben. Die Aufgabenstellung erfordert die Ergänzung von Punkten und/oder Geraden und/oder Kurven und/oder Skalierungen bzw. Achsenbeschriftungen im Diagramm, in der Grafik bzw. in der Abbildung.

3. 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.

4. Zuordnungsformat (2 zu 4)

Dieses Antwortformat ist durch vier Aussagen (bzw. Tabellen oder Abbildungen) gekennzeichnet, denen zwei Antwortmöglichkeiten zugeordnet werden, wobei eine Aussage jeweils nur einer Antwortmöglichkeit zugeordnet wird.

5. Lückentext (möglicher Einsatz ab dem Maturajahrgang 2018/19)

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 werden je drei Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Aufgaben dieses Formats werden korrekt bearbeitet, indem die Lücken durch Ankreuzen der beiden zutreffenden Antwortmöglichkeiten gefüllt werden.

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 Standard-Setting

Ziel der SR(D)P 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 – 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 SR(D)P in Angewandter Mathematik (BHS) 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 werden jeder abgefragten Handlungskompetenz bzw. 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.

1.6 Beurteilung

Um eine faire Beurteilung und ein gleichbleibendes Anforderungsniveau der Klausur zu bewerkstelligen, werden die Komplexitäten der zu erreichenden Punkte von Expertinnen und Experten im Rahmen eines Standard-Settings anhand des Kompetenzstufenmodells bewertet. Jeder vergebene Punkt in einem Klausurheft ist einer Komplexitätsstufe zugeordnet. Im Beurteilungsmodell für die SR(D)P in Angewandter Mathematik (BHS) (vgl. Korrektur- und Beurteilungsanleitung zur standardisierten schriftlichen Reife- und Diplomprüfung in Angewandter Mathematik [8]) wird zwischen zwei Kompetenzbereichen unterschieden:

- Kompetenzbereich A umfasst die unabhängig[1] erreichbaren Punkte der Komplexitätsstufen 1 und 2 aus dem Kompetenzstufenmodell[2].

- Kompetenzbereich B umfasst die abhängig erreichbaren Punkte und die Punkte der Komplexitätsstufe 3 und 4 aus dem Kompetenzstufenmodell.

Die Summe der unabhängig erreichbaren Punkte aus den Komplexitätsstufen 1 und 2 (Kompetenzbereich A) stellt die wesentlichen Bereiche (gemäß LBVO) eines Klausurhefts dar. Als Hilfsmittel für die Beurteilung wird ein auf einem Punktesystem basierender Beurteilungsschlüssel angegeben. Je nach gewichteter Schwierigkeit der vergebenen Punkte in den wesentlichen Bereichen wird festgelegt, ab wann die wesentlichen Bereiche überwiegend (Genügend) erfüllt sind, d.h., gemäß einem Punkteschema müssen Punkte aus dem Kompetenzbereich A unter Einbeziehung von Punkten aus dem Kompetenzbereich B in ausreichender Anzahl abhängig von der Zusammenstellung der Klausurhefte erreicht werden. Darauf aufbauend, wird die für die übrigen Notenstufen zu erreichende Punktezahl festgelegt. Um auch für Kandidatinnen und Kandidaten die größtmögliche Transparenz in der Beurteilung zu gewährleisten, wird auf der ersten Seite des Klausurhefts der Beurteilungsschlüssel angeführt. Zusätzlich wird bei jedem Arbeitsauftrag die zu erreichende Punktezahl ausgewiesen.

---

[1] Unabhängige Punkte sind solche, für die keine mathematische Vorleistung erbracht werden muss. Als mathematische Vorleistung gilt z.B. das Aufstellen einer Gleichung (unabhängiger Punkt), die anschließende Berechnung wäre ein abhängiger Punkt.

[2] Dieses wurde von Mathematik-Fachdidaktikerinnen und -Fachdidaktikern aus Österreich, Deutschland und der Schweiz erstellt und beschreibt die Handlungskompetenzen je nach Komplexität (1 bis 4).

2. Aufgabenanalysen aus dem Klausurtermin SR(D)P Angewandte Mathematik (BHS) PT1 2015/16 – Teil A

Die Notenverteilung des ersten Haupttermins zur SR(D)P in Angewandter Mathematik (BHS) über alle Schulformen wird als erste Benchmark für weitere Termine gelten:

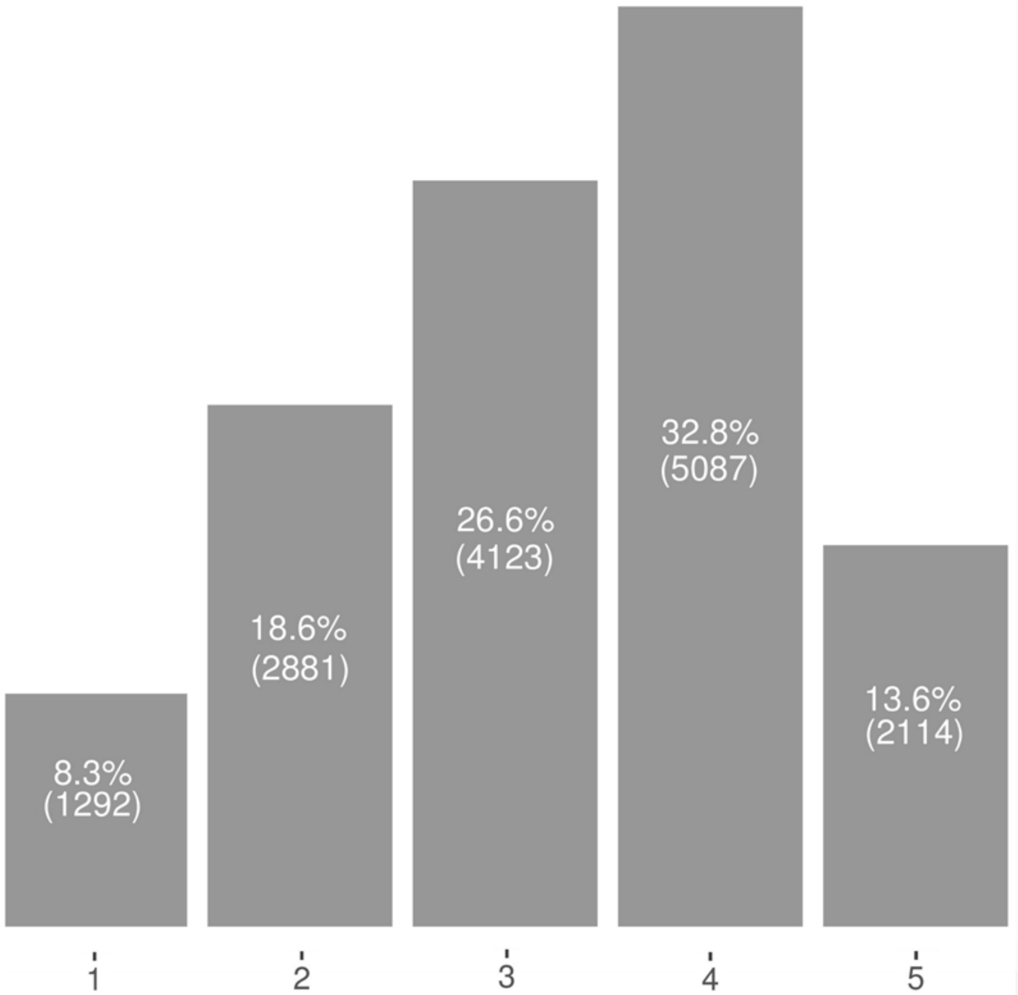


Abb. 1: Notenverteilung PT1 2015/16, SR(D)P Angewandte Mathematik (BHS)

Durch die Erhebung der Daten auf Punkteebene (Lösungsquoten) im Haupttermin 2015/16 ist es möglich, eine genaue Analyse der einzelnen Aufgaben durchzuführen. Die Betrachtung der Lösungsquoten für die im Teil A zu erreichenden Punkte über die unterschiedlichen Schulformen ermöglicht es, im Rahmen einer fundierten Analyse verschiedenste Fragestellungen zu beantworten. Die Ergebnisse können für eine Weiterentwicklung der Klausur und auch des Unterrichts verwendet werden. Beispielhaft seien hier einige Fragestellungen angeführt:

Gibt es Inhaltsbereiche, in denen Kandidatinnen und Kandidaten aus den verschiedenen Schulformen besser oder schlechter abschneiden? Gibt es Handlungsbereiche, in denen Kandidatinnen und Kandidaten aus den verschiedenen Schulformen hohe bzw. niedrige Lösungsquoten aufweisen?

Wie korreliert die Lösungshäufigkeit mit dem Rating aus dem Standard-Setting?

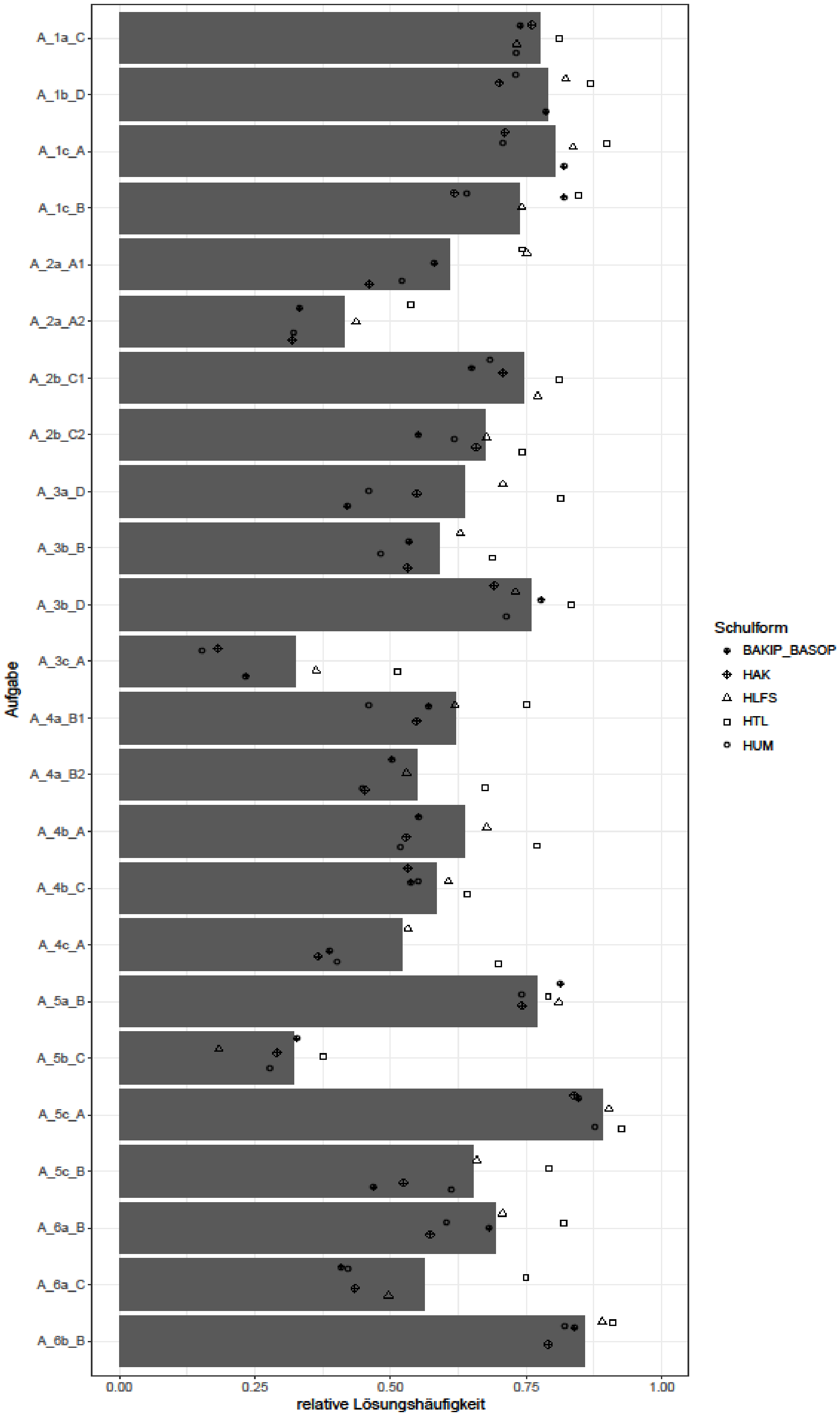
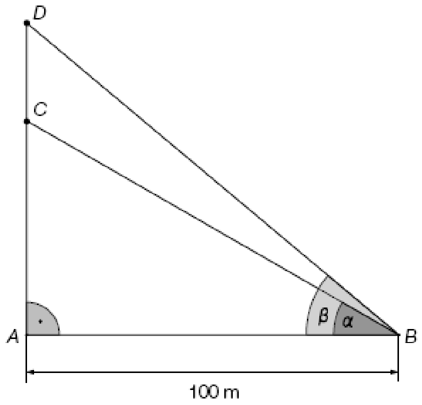


Abb. 2: Relative Lösungshäufigkeit Teil A PT1 2015/16 SR(D)P Angewandte Mathematik (BHS) – durchschnittlich und je Schulform

2.1 Aufgabenanalyse

Aufgabe 6b

b) Ein von einem Punkt A senkrecht aufsteigender Ballon wird von einem Punkt B am Flussufer unter dem Höhenwinkel $\boldsymbol{\alpha} = 30°$ gesehen. Etwas später erscheint der Ballon unter dem Höhenwinkel $\boldsymbol{\beta} = 40°$ (siehe nachstehende Skizze).



– Berechnen Sie die Streckenlänge $\overline{CD}$. *[1 Punkt]*

Abb. 3: Aufgabe 6b aus PT1 2015/16, Teil A (BHS) – Lösungsquote 85,7 % [9]

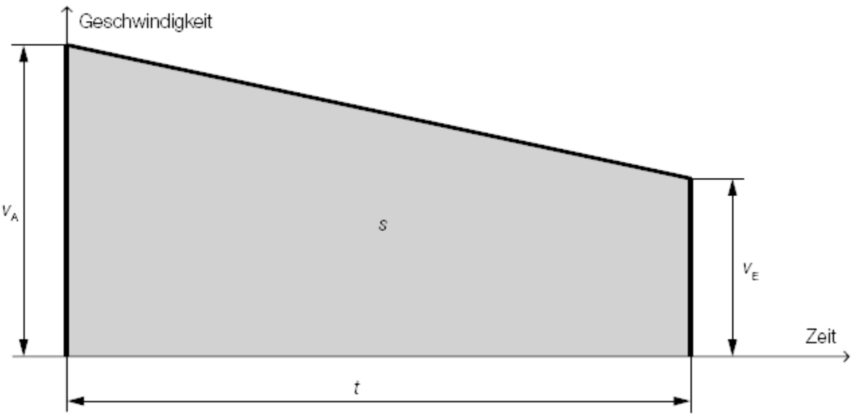
Mit 85,7 % hat die Aufgabe zur Trigonometrie – 6b, Abbildung 3 – (Grundkompetenzen im gemeinsamen Kern – Teil A, *2.12: Seitenverhältnisse im rechtwinkeligen Dreieck durch Sinus, Cosinus und Tangens eines Winkels angeben; Seiten und Winkel anwendungsbezogen berechnen*) die zweithöchste Lösungsquote aller Aufgabenstellungen aus diesem Klausurheft.

Aus der Analyse im Schulformenvergleich der Lösungshäufigkeiten lässt sich erkennen, dass es hier zu keiner Ausdifferenzierung zwischen den einzelnen Schulformen kommt. Der Grund liegt vermutlich darin, dass der Kontext der Aufgabenstellungen sehr neutral gehalten ist und dass der mathematische Inhalt in Verknüpfung mit der abgefragten Handlungskompetenz Operieren in allen Schulformen für die Kandidatinnen und Kandidaten absolut vertraut ist.

Die Lösungsquote wird durch das Rating aus dem Standard-Setting – Komplexitätsstufe 1 – bestätigt.

Aufgabe 3c

c) Ein Fahrzeug fährt durch einen Bereich, der durch eine Section-Control überwacht wird. Seine Geschwindigkeit nimmt auf diesem Streckenabschnitt linear ab.



Die Endgeschwindigkeit v_E, die Fahrzeit t und der zurückgelegte Weg s sind bekannt.

– Erstellen Sie eine Formel zur Berechnung der Anfangsgeschwindigkeit v_A des Fahrzeugs:

v_A = ____ *[1 Punkt]*

Abb. 4: Aufgabe 3c aus PT1 2015/16, Teil A (BHS) – Lösungsquote 32,4 % [9]

Im Gegensatz dazu steht die Lösungsquote der Bewegungsaufgabe – 3c, Abbildung 4 – (Grundkompetenzen im gemeinsamen Kern – Teil A, 2.5: *Formeln aus der elementaren Geometrie anwenden, erstellen und im Kontext interpretieren*; 2.6: *eine Formel nach einer der variablen Größen umformen und die gegenseitige Abhängigkeit der Größen in einer Formel interpretieren und erklären* und 4.5: *den Zusammenhang zwischen Funktion und ihrer Ableitungsfunktion bzw. einer Stammfunktion interpretieren und erklären*). Diese Aufgabe weist mit 32,4 % die zweitniedrigste Lösungsquote von allen zu erreichenden Punkten aus Teil A des PT1 2015/16 auf. Der Kontext der Aufgabe – Bewegungsaufgaben – sollte für das Lösen keine Schwierigkeiten darstellen, da dieser explizit im Kompetenzkatalog Teil A ausgewiesen ist. Durch die Datenanalyse aus dem Schulformenvergleich lässt sich erkennen, dass die Verknüpfung der abgefragten mathematischen Inhalte in Kombination mit dem Handlungsbereich Modellieren eine entsprechend hohe Schwierigkeit generiert, wobei die Kandidatinnen und Kandidaten aus Schulformen mit technischem Schwerpunkt (HTL) eine deutlich höhere Lösungsquote erreichen als die Kandidatinnen und Kandidaten der anderen Schulformen. Das lässt vermuten, dass die Kandidatinnen und Kandidaten aus Schulformen mit technischem Schwerpunkt im Bereich der kompetenzorientierten mehrstufigen Problemlösung über eine bessere Werkzeugkompetenz verfügen als Kandidatinnen und Kandidaten, die in ihrer Schulform diesbezüglich weniger Ausbildungszeit zur Verfügung haben. Die Lösungsquote dieser Aufgabenstellung wird durch das Rating aus dem Standard-Setting – Komplexitätsstufe 3 – bestätigt.

Aufgabe 5b

b) Für den Versand der Batterien an Einzelhändler werden diese jeweils in 4er-Packungen verpackt. Ein Einzelhändler erhält eine Lieferung von a 4er-Packungen.
Die Wahrscheinlichkeit, dass eine zufällig ausgewählte Batterie defekt ist, beträgt p.

– Beschreiben Sie, was mit dem Ausdruck $4 \cdot a \cdot p$ in diesem Sachzusammenhang berechnet wird. *[1 Punkt]*

Abb. 5: Aufgabe 5b aus PT1 2015/16, Teil A (BHS) – Lösungsquote 32,2 % [9]

Die Lösungsquote der Stochastik-Aufgabe – 5b, Abbildung 5 – (Grundkompetenzen im gemeinsamen Kern – Teil A, 5.5: *mit der Binomialverteilung modellieren, ihre Anwendung begründen, Wahrscheinlichkeiten berechnen und die Ergebnisse kontextbezogen interpretieren*).
Diese Teilaufgabe weist mit 32,2 % die niedrigste Lösungsquote von allen zu erreichenden Punkten aus Teil A des PT1 2015/16 auf. Der Kontext der Aufgabe sollte für das Lösen keine Schwierigkeiten darstellen, da dieser sehr neutral gehalten ist. Durch die Datenanalyse aus dem Schulformenvergleich lässt sich erkennen, dass die Lösungsquote über alle Schulformen nahezu gleich niedrig ist.
Es scheint, dass der mathematische Inhalt – Binomialverteilung – verknüpft mit der Handlungskompetenz Interpretieren eine besonders hohe empirische Schwierigkeit generiert.
Die Lösungsquote dieser Aufgabenstellung wird durch das Rating aus dem Standard-Setting – Komplexitätsstufe 3 – bestätigt.
Das Aufgabenrating aus dem Standard-Setting korreliert mit der durchschnittlichen Lösungshäufigkeit im erwünschten Maße. Dies ermöglicht eine Klausurheftzusammenstellung mit großer Reliabilität in Bezug auf die gleichbleibende Gesamtkomplexität über verschiedene Klausurtermine.

3. Aufgaben aus dem Klausurtermin SR(D)P Angewandte Mathematik PT1 2015/16 – Teil B

Die bildungstheoretischen Grundsätze der SR(D)P in Angewandter Mathematik (BHS) fordern von den Kandidatinnen und Kandidaten beim Lösen von Teil-B-Aufgaben Kompetenzen, die es ihnen ermöglichen, erworbenes Wissen und Können miteinander zu verbinden und auf reale Problemzusammenhänge kreativ anzuwenden. Die Aufgabenstellungen richten sich dabei nach den Anforderungen der jeweiligen Schulform.

3.1 Exemplarische Beispiele von Teil-B-Aufgaben aus dem PT1 2015/16, die den schulformspezifischen Bereich der BHS abdecken:

Kondensatoren

a) Für den zeitlichen Verlauf der Kondensatorspannung bei einem Entladevorgang gilt:

$u_C(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

t ... Zeit ab Beginn des Entladevorgangs
$u_C(t)$ ... Kondensatorspannung zum Zeitpunkt t
U_0, τ ... positive Parameter

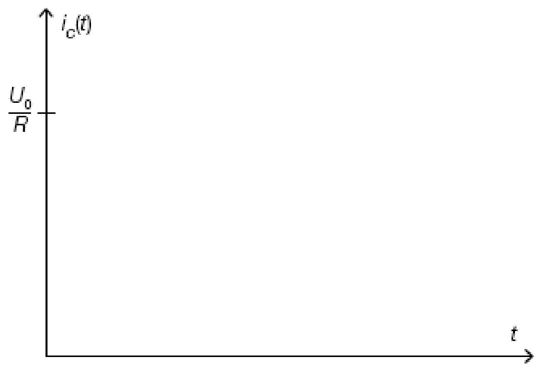
– Stellen Sie die Gleichung der Tangente an den Graphen dieser Funktion zum Zeitpunkt $t = \tau$ auf. *[2 Punkte]*
– Zeigen Sie, dass diese Tangente die t-Achse zum Zeitpunkt $t = 2 \cdot \tau$ schneidet. *[1 Punkt]*

b) Bei der Entladung eines Kondensators über einen Widerstand R gilt für den Entladestrom:

$i_C(t) = \frac{U_0}{R} \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$

t ... Zeit ab Beginn des Entladevorgangs
$i_C(t)$ ... Stromstärke zum Zeitpunkt t
U_0, R, C ... positive Parameter

– Skizzieren Sie den Funktionsverlauf von i_C im nachstehenden Diagramm. *[1 Punkt]*



Die in einem Zeitintervall $[0; t_0]$ abfließende Ladung wird mit

$q(t_0) = \int_0^{t_0} i_C(t)\,\mathrm{d}t$

ermittelt.

– Veranschaulichen Sie $q(t_0)$ in der von Ihnen erstellten Skizze. *[1 Punkt]*
– Ermitteln Sie $q(\tau)$ mit $\tau = R \cdot C$. *[1 Punkt]*

Abb. 6: Aufgabe 9a und 9b PT1 2015/16, Cluster 2 (HTL Elektrotechnik), Teil B (BHS) [10]

Renovierungskredit

Frau Eberharter muss für die Renovierung ihrer Wohnung einen Kredit in Höhe von € 30.000 aufnehmen. Dazu holt sie verschiedene Angebote von Privatpersonen und von Banken ein. (Spesen und Gebühren werden nicht berücksichtigt.)

a) Eine Bekannte bietet Frau Eberharter privat einen Kredit in Höhe von € 30.000 zu einem Zinssatz von 2 % p. a. an.

Frau Eberharter soll diesen Kredit folgendermaßen zurückzahlen:
€ 8.000 nach einem Jahr und 2 gleich hohe Raten, eine davon nach 3 Jahren und die andere nach 4 Jahren.

– Stellen Sie diese Zahlungen auf einer Zeitachse dar. *[1 Punkt]*
– Berechnen Sie die Ratenhöhe. *[1 Punkt]*
– Erklären Sie, warum sich diese Ratenhöhe verringert, wenn beide Raten früher bezahlt werden. *[1 Punkt]*

b) Frau Eberharter recherchiert im Internet Angebote von Banken für Kredite in Höhe von € 30.000 mit einer Laufzeit von 60 Monaten.

Eine Bank bietet einen Kredit mit einer monatlichen Rate in Höhe von € 559,11 bei einem Zinssatz von 4,58 % p. a.

– Ermitteln Sie den zugehörigen monatlichen Zinssatz. *[1 Punkt]*
– Überprüfen Sie nachweislich, ob es sich um eine vorschüssige oder eine nachschüssige Ratenzahlung handelt. *[1 Punkt]*

c) Eine Bank bietet Frau Eberharter einen Kredit in Höhe von € 30.000 an, den sie in 10 nachschüssigen Halbjahresraten in Höhe von je € 3.480 zurückzahlen muss.

Für diesen Kredit kann Frau Eberharter einen Annuitätenzuschuss bei der Landesregierung beantragen, d. h., 10 % jeder Halbjahresrate werden vom Land übernommen.

– Berechnen Sie die Höhe der Halbjahresraten, die Frau Eberharter unter Berücksichtigung des Annuitätenzuschusses bezahlen muss. *[1 Punkt]*
– Ermitteln Sie den effektiven Jahreszinssatz, der sich für Frau Eberharter unter Berücksichtigung des Annuitätenzuschusses ergibt. *[1 Punkt]*
– Ermitteln Sie die Höhe desjenigen Annuitätenzuschusses in Euro, bei dem sich für Frau Eberharter ein effektiver Jahreszinssatz von null Prozent ergeben würde. *[1 Punkt]*

d) Frau Eberharter vereinbart für einen Kredit mit einer Bank Sonderkonditionen.
Die Bank erstellt dazu einen Tilgungsplan. Ein Auszug dieses Tilgungsplans ist in der nachstehenden Tabelle dargestellt.

Semester	Zinsanteil	Tilgungsanteil	Annuität	Restschuld
0				€ 30.000,00
1	€ 660,00	€ –660,00	€ 0,00	€ 30.660,00
2	€ 674,52	€ 0,00	€ 674,52	€ 30.660,00
3	€ 674,52	€ 5.325,48	€ 6.000,00	€ 25.334,52

– Interpretieren Sie die Bedeutung der beiden auftretenden Beträge in Höhe von € 0,00 im gegebenen Sachzusammenhang. *[1 Punkt]*

Abb. 7: Aufgabe 8 PT1 2015/16, Cluster 6 und 8 (HUM und HAK), Teil B (BHS) [11]

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die obigen Ausführungen sollen im Überblick die Grundlagen und Strukturen der Konzepte der SR(D)P in Angewandter Mathematik an BHS darstellen. Die mathematischen Inhalte, die in den Kompetenzkatalogen abgebildet sind, bilden jeweils einen Ausschnitt aus den für die jeweilige Schulform gültigen Lehrplänen.
Die Lehrpläne selbst haben ein größeres inhaltliches Spektrum. Konkrete Umsetzung, Gestaltung und Vertiefung obliegen dabei den Lehrerinnen und Lehrern. Somit können jederzeit individuelle Schwerpunkte auf Klassenebene gesetzt werden. Für die Weiterentwicklung der SR(D)P ist eine Evaluation nach einigen vollen Durchgängen auf allen systemrelevanten Ebenen nötig. Die Erkenntnisse dieser Evaluation werden die Weichen für die Weiterentwicklung der SR(D)P stellen. Nur durch ein konstruktives Zusammenwirken aller Prozess-Partner können festgelegte Bildungsziele umgesetzt werden, sodass auf diesen aufbauend Kandidatinnen und Kandidaten in der Lage sind, unter dynamischen Rahmenbedingungen den Herausforderungen der bildungstheoretischen Ansprüche gerecht zu werden.

Literatur

[1] BMB (Hrsg.): Berufsbildende Schulen in Österreich 2017
https://www.abc.berufsbildendeschulen.at/downloads/

[2] EU (Hrsg.): Empfehlungen 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), 2009.
http://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/fileadmin/content/bbs/AGBroschueren/AngewMathe-jan09.pdf

[4] BIFIE (Hrsg.): Standardisierte kompetenzorientierte Reife- und Diplomprüfung.
Kompetenzkataloge für die SR(D)P in Angewandter Mathematik https://www.srdp.at/downloads/dl/kompetenz-und-begriffekataloge-fuer-angewandte-mathematik-gueltig-ab-den-matura-pruefungsterminen-1/

[5] BIFIE (Hrsg.): Standardisierte kompetenzorientierte Reife- und Diplomprüfung.
Cluster –Einteilung Angewandte Mathematik (BHS) ab Matura-Prüfungstermine 2017/18
https://www.srdp.at/fileadmin/user_upload/downloads/Bgleitmaterial/08_AMT/srdp_am_clustereinteilung_2018_2017-01-27.pdf

[6] BMB (Hrsg.): Standardisierte kompetenzorientierte Reife- und Diplomprüfung.
Antwortformate SR(D)P Angewandte Mathematik (BHS), 2017
https://www.srdp.at/fileadmin/user_upload/downloads/Bgleitmaterial/08_AMT/srdp_am_antwortformate_2017-01-08.pdf

[7] Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II
– eine Konkretisierung; J. Roth, J. Ames (Hrsg.): Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, S. 1135–1138. WTM-Verlag, Münster 2014, H.-S. Siller, R. Bruder, T. Linnemann, T. Hascher, E. Sattlberger, J. Steinfeld, M. Schodl

[8] BMB (Hrsg.): Korrektur- und Beurteilungsanleitung zur standardisierten schriftlichen Reife- und Diplomprüfung in Angewandter Mathematik
https://www.srdp.at/fileadmin/user_upload/downloads/Bgleitmaterial/08_AMT/srdp_amt_beurteilungskonzept_2017-04-28.pdf

[9] BIFIE (Hrsg.): PT1 2016 – Teil A (Haupttermin 2015/16), BIFIE 2016.
https://www.srdp.at/schriftliche-pruefungen/angewandte-mathematik/allgemeine-informationen/

[10] BIFIE (Hrsg.): PT1 2016 – Cluster 2 (Haupttermin 2015/16), BIFIE 2016.
https://www.srdp.at/schriftliche-pruefungen/angewandte-mathematik/allgemeine-informationen/

[11] BIFIE (Hrsg.): PT1 2016 – Cluster 8 (Haupttermin 2015/16), BIFIE 2016.
https://www.srdp.at/schriftliche-pruefungen/angewandte-mathematik/allgemeine-informationen/

Verfasser

Martin Hofer
Bundesministerium für Bildung
Abteilung II/9
Stella-Klein-Löw-Weg 15 / Rund Vier B
1020 Wien
martin.hofer@bmb.gv.at

Dieter Hebenstreit
Bundesministerium für Bildung
Abteilung II/9
Stella-Klein-Löw-Weg 15 / Rund Vier B
1020 Wien
dieter.hebenstreit@bmb.gv.at