Aktuelles zur teilstandardisierten, kompetenzorientierten Reife- und Diplomprüfung in Angewandter Mathematik (BHS)

MARTIN SCHODL (BIFIE WIEN)

Seit Herbst 2009 arbeitet das BIFIE Wien auf Grundlage des Bildungsstandards M13 und des Grundsatzpapiers des BM:UKK zur SRDP in Angewandter Mathematik an der neuen standardisierten, kompetenzbasierten Reife- und Diplomprüfung in Angewandter Mathematik. Seit Jänner 2010 arbeitet eine Gruppe von Item-Writer/innen an der Erstellung dementsprechender kompetenzorientierter Aufgabenstellungen.

1. Bildungsstandard M13 (BHS)

Die **Bildungsstandards** der Berufsbildung fokussieren auf die Abschlussqualifikationen. Sie sind somit auch ein Bildungsnachweis für das Portfolio einer Absolventin bzw. eines Absolventen an der Schnittstelle in das Berufsleben oder in eine weitere tertiäre Bildungseinrichtung. Dementsprechend konzentrieren sich die Bildungsstandards in der Angewandten Mathematik in der Berufsbildung auf:

- die berufsfeldbezogenen Kernkompetenzen (schulformspezifische Kompetenzen) sowie
- jene allgemeinbildenden Kernkompetenzen (Grundkompetenzen im gemeinsamen Kern), die das gemeinsame mathematische Grundwissen aller Schulformen der BHS darstellen.

Der Bildungsstandard für Angewandte Mathematik formuliert also fachliche und fachübergreifende Kernqualifikationen, die für die weitere Ausbildung oder für die Berufsausübung von Bedeutung sind. Er verbalisiert Kompetenzanforderungen in Bezug auf mathematisches Handeln und mathematisches Fachwissen, die im Laufe der Ausbildung in einer BHS erworben werden sollen. Durch den vorgegebenen Bildungsstandard wird sichergestellt, dass alle Schülerinnen und Schüler einer Schulform der BHS gemeinsame und vergleichbare Kernqualifikationen erwerben. Die Bildungsstandards für Berufsbildende Höhere Schulen in Österreich sind als Regelstandards definiert und dies bedeutet, dass alle Absolventinnen und Absolventen einer BHS die formulierten Kompetenzanforderungen im Wesentlichen erfüllen.

Folgt man der Literatur zu den Bildungsstandards, so zeichnet sich überwiegend eine Systematik von vier Grundkompetenzen ab – die mathematische Inhaltskompetenz, die Methodenkompetenz, die Sozialkompetenz und die Personalkompetenz. Diese Kompetenzen bestimmen, bezogen auf das Fach Angewandte Mathematik, die Art des Umgangs mit den mathematischen Inhalten und umfassen insbesondere die folgenden Fähigkeiten:

- ein vorliegendes Problem verbal zu verstehen, es in mathematische Sprache zu übersetzen und ein Modell zu erstellen,
- das Problem zu interpretieren, logische Schlüsse zu ziehen, Lösungsvorschläge von anderen Menschen zu bewerten und in Vergleich zum eigenen Lösungsweg zu stellen und das erzielte Ergebnis kritisch zu hinterfragen und zu verifizieren,
- das für das Lösen eines Problems nötige Wissen selbst zu erwerben und technische Hilfsmittel (Technologie) und Formeln sinnvoll einzusetzen,
- in einem Team zu kommunizieren und das Problem und den eigenen Lösungsvorschlag zu präsentieren sowie sich einer Diskussion zum bearbeiteten Problem mit mathematischer Argumentation zu stellen.

Bildungsstandards dienen einerseits zur Orientierung in der Lehr- und Lernwelt und andererseits als Grundlage für die Evaluierung. Diese Evaluierung erfolgt insbesondere des Teils A nun im Rahmen der SRDP in Angewandter Mathematik ab 2016 österreichweit in allen BHS. Der Bildungsstandard in Angewandter Mathematik wird durch das Kompetenzmodell (vgl. Seite 7), die Deskriptoren des Standards und den Unterrichtsbeispielen beschrieben.

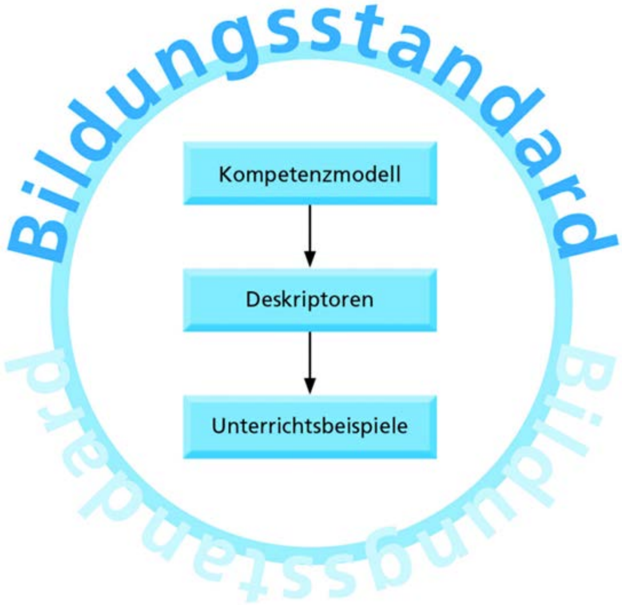


Abb.: Bildungsstandard Angewandte Mathematik (BIST BHS)

2. Das bildungstheoretische Grundsatzpapier des BM:UKK[1]

Seit dem Jahr 2007 wurde im Bereich des BM:UKK in der Sektion I die Entwicklung einer standardisierten, zentralen Reifeprüfung vorbereitet. Mit der parlamentarischen Behandlung des diesbezüglichen Gesetzesentwurfs wurde auch beschlossen, die teilstandardisierte Form der Reife- und Diplomprüfung auch für die berufsbildenden höheren Schulen einzuführen. In der Folge erging an die Sektion II der bildungspolitische Auftrag, die Grundlagen für eine teilstandardisierte Reife- und Diplomprüfung zu schaffen. Gleichzeitig wurde die Zuständigkeit für die operative Durchführung der teilstandardisierten Reife- und Diplomprüfung an das BIFIE ausgelagert. Als Grundlage für die teilstandardisierte Reife- und Diplomprüfung wurde das sogenannte „**Grundsatzpapier**“ der Sektion II erarbeitet. Folgende Grundsätze wurden darin festgeschrieben:

- Hauptziel ist die Sicherstellung der Ausbildungsqualität. Das Modell muss den Nachweis ermöglichen, dass die Absolventinnen und Absolventen das erforderliche Maß an Kompetenzen für das der Schulart entsprechende Ausbildungsziel erreicht haben.
- Im Bereich des hoch differenzierten Bildungssystems sollen Gemeinsamkeiten analysiert und nach Maßgabe der Möglichkeiten in einheitlichen Aufgabenstellungen umgesetzt werden. Das Modell musste aber gleichzeitig auch sicherstellen, dass es den spezifischen Anforderungen des jeweils angestrebten Berufsfelds gerecht wird und diese auch abgeprüft werden.
- Ein Teil (Teil A) der schriftlichen Klausurarbeiten kann auf Basis vergleichbarer Kompetenzen und eines gemeinsam verständlichen Kontexts für alle BHS- Formen einheitlich gestaltet werden.

[1] http://teaching.eduhi.at/Mam/bundesarge/Grundsatzpapier%20SRDP%20AM.pdf , (Zugriff: 31.07.2013)

- Um den spezifischen Erfordernissen der einzelnen Schulformen gerecht werden zu können, ist in einem zweiten Teil (Teil B) der Klausurarbeiten eine entsprechende Differenzierung nach Clustern vorzusehen.

In diesem Grundsatzpapier wurden auch die bildungstheoretischen Prinzipien und daraus folgenden Ansätze festgeschrieben.

Das berufsbildende Schulwesen weist alleine bei den Tagesformen (ohne Berücksichtigung eventueller schulautonomer Abweichungen) über 100 unterschiedliche Lehrpläne auf, die zu einem Reife- und Diplomprüfungszeugnis führen. Diese verteilen sich auf die Schulformen technisch-gewerbliche Schulen, kaufmännische Schulen, Schulen für Mode-und Tourismus, wirtschaftliche Schulen, Schulen für Kunst und Design, land- und forstwirtschaftliche Schulen sowie Bildungsanstalten für Kindergarten- und Sozialpädagogik. Auf Grund der jeweiligen Berufsfeldorientierung und der Position des Gegenstands „Angewandte Mathematik“ als meist zentrales Zubringerfach weisen die einzelnen Lehrpläne teilweise stark unterschiedliche spezielle Bildungsziele, Inhalte und Jahreswochenstundenzahlen auf. So erstreckt sich die Spannweite bei den in den Lehrplänen verordneten Stundenzahlen von 10 bis 16 Jahreswochenstunden. Hinsichtlich der Vorgabe, einen Teil (Teil A) der standardisierten Reife- und Diplomprüfung für alle Kandidatinnen und Kandidaten gemeinsam zu erstellen, ergab sich die primäre Herausforderung, in der Vielfalt der Lehrpläne für „Angewandte Mathematik“ die Gemeinsamkeiten im Hinblick auf die Anforderungen einer Reife- und Diplomprüfung bezüglich Inhalt und Kontext zu verankern.

Mit jedem Reife- und Diplomprüfungszeugnis ist im österreichischen Bildungssystem eine allgemeine Studienberechtigung verbunden. Die SRDP hat somit die grundsätzliche Aufgabe, die Studierfähigkeit sicherzustellen. Studierfähigkeit definiert sich aber nicht vorrangig über Inhalte und Faktenwissen, sondern primär über Personalkompetenzen wie Selbstorganisation, Arbeits- und Lernhaltung, Fähigkeit zur Artikulation, Argumentation, Kommunikation und Dokumentation, Teamfähigkeit und vieles mehr. Diese Kompetenzen sind dezidierte Anteile der Lehrpläne und laut Reifeprüfungsverordnung (RPVO) aller Teilprüfungen einer SRDP im berufsbildenden Schulwesen. Teilprüfungen in den einzelnen Fächern haben darüber hinaus die Aufgabe spezifische Kompetenzen innerhalb des jeweiligen Fachgebiets zu überprüfen, die als Grundlage für ein Studium anzusehen sind. Im Falle des Pflichtgegenstands „Angewandte Mathematik“ an berufsbildenden höheren Schulen ergibt sich aus dem Bildungsauftrag die Notwendigkeit, dass darüber hinausreichend weitere tiefergehende, spezielle mathematische Kompetenzen überprüft werden müssen, wie sie für das Berufsfeld, aber auch für weiterführende spezifische Studien, erforderlich sind. Die Überprüfung der speziellen mathematischen Kompetenzen, die sich am realen Berufsfeld orientieren, macht eine Anwendungs- und Problemlöseorientierung der Aufgabenstellungen erforderlich. Das bedingt, dass auch und gerade bei der SRDP Aufgabenstellungen grundsätzlich von einer konkreten Problemstellung auszugehen haben, komplexeren Umfangs sind und Ansprüche an die Selbstorganisation der Kandidatinnen und Kandidaten stellen – ein Prinzip, dem schon in der jetzt noch geltenden RPVO Rechnung getragen wird und das den Unterricht im Verlauf des gesamten Ausbildungsgangs prägt.

Die bildungspolitischen Ziele sowie ökonomische Überlegungen verlangen, innerhalb des hoch differenzierten berufsbildenden Schulsystems möglichst viele Anteile der SRDP über alle berufsbildenden Schulformen hinweg mit gleichen Aufgabenstellungen einheitlich zu gestalten, ohne jedoch die Qualität und Umsetzung des Bildungsauftrags zu gefährden. Diese Aufgabe erweist sich als äußerst schwierig, da die mathematischen Kompetenzen im Unterrichtsgeschehen zum ehestmöglichen Zeitpunkt in den jeweiligen berufsbezogenen Kontext transferiert und im Verlaufe der ganzen Ausbildung in diesem geübt, vertieft und verinnerlicht werden. Aufgrund des Basisprinzips der Problemlöseorientierung sind die Aufgabenstellungen eines schulartenübergreifenden Teils (Teil A) ebenfalls in einen Kontext einzubinden. Um jedoch die Kandidatinnen und Kandidaten der einzelnen Schulformen der BHS nicht dadurch zu benachteiligen, dass sie in den Aufgabenstellungen der Klausurarbeit mit ihnen weniger geläufigen Kontexten konfrontiert werden, finden sich im Teil A nur Kontexte, die zumindest innerhalb der berufsbildenden Schulwesens als allgemeingültig und vertraut anzusehen sind.

3. Meilensteine hinsichtlich der Konzeption

- Entwicklung eines Konzepts auf Basis der Bildungsstandards AM BHS und des Grundsatzpapiers[2]
- Gesetzliche und organisatorische Umsetzung der geforderten Vorgaben von Seiten des BMUKK (RPVO neu, Technologieeinsatz, Aufgabentypen Teil A und B, Beurteilungsraster – LBVO-konform)
- Aufgabenentwicklung auf Basis der Vorgaben und Kriterien mit einer fünfstufigen Qualitätsschleife
- Feldtestungen (begannen im Oktober 2011 – danach Februar 2012, November 2012 und März 2013, weitere folgend)
- „Standard-Setting“ (Kompetenzstufenmodell) mit Prof. Regina Bruder, Prof. Tina Hascher und Prof. Torsten Linnemann
- Schulversuche (1. Schulversuch Mai 2013 nur mit Teil A-Aufgabenstellungen, 2. Schulversuch Mai 2014 in Vollversion bzw. mit nur Teil A als Option, Schulversuch in Vollversion [Teil A+B] oder Optionenmodell im Mai 2015 [Komplettreifeprüfung in allen Fächern wie ab 2016 inklusive Diplomarbeit und Kompensationsprüfung])

Mai 2016: bundesweite standardisierte Reife- und Diplomprüfung an allen BHS

4. Implementierungsmaßnahmen

- Ausbildung der Item-Writer/innen
- Ausbildung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren im Rahmen eines „Train the Trainer“-Lehrgangs
- „Train the Trainer“-Lehrgang für die Berufsreifeprüfung
- Praxishandbuch (Version 1 Jänner 2011, Version 2 Herbst 2013)
- Kompetenzkataloge[3]
- Signalwörterkatalog[4]
- Schreibkonventionen Angewandte Mathematik[5]
- Begriffekatalog (Herbst 2013)
- Ausbildung einer Übungsaufgabenentwicklergruppe
- Erstellung eines Aufgabenpools[6] zur Unterstützung der SRDP AM
- Erstellung von prototypischen Schularbeitsaufgaben für den 5. Jahrgang (Teil A) – Jänner 2013
- Bereitstellung einer „Probematura“ im März 2013 für den Schulversuch 2013

---

[2] http://teaching.eduhi.at/Mam/bundesarge/Grundsatzpapier%20SRDP%20AM.pdf , (Zugriff: 31.07.2013)

[3] https://www.bifie.at/node/1390 (Zugriff: 31.07.2013)

[4] https://www.bifie.at/node/1934 (Zugriff: 31.07.2013)

[5] https://www.bifie.at/node/1935 (Zugriff: 31.07.2013)

[6] http://aufgabenpool.bifie.at/bhs/index.php?action=14 (Zugriff: 31.07.2013)

- Bereitstellung eines SRDP-Rechners für die Beurteilung ab 2016

5. Grundlagen der SRDP in AM

Grundlagen der Erstellung einer standardisierten kompetenzorientierten Reife- und Diplomprüfung in Angewandter Mathematik waren die Lehrpläne der verschiedenen BHS-Schulformen (teils in Fassungen des Jahres 2004, teils in Fassungen der Jahre 2011 oder 2012)[7] sowie die im Jahr 2007 erstmals publizierten Bildungsstandards Angewandte Mathematik BHS (BMUKK, 2009)[8], mit deren Verordnung das Prinzip der Kompetenzorientierung[9] im Unterricht festgeschrieben wurde. Die Bildungsstandards beschreiben grundlegende, nachhaltig zu erwerbende Kompetenzen als Voraussetzung zur Erfüllung der deutlich weiter gefassten Lehrpläne.

Zentrale Aufgabe von Abschlussprüfungen an berufsbildenden höheren Schulen ist es, zu ermitteln, in welchem Ausmaß die im Lehrplan festgelegten Lehr- und Lernziele erreicht werden. Die in den Bildungsstandards beschriebenen Kompetenzen müssen somit auch im Rahmen der standardisierten schriftlichen Reife- und Diplomprüfung in Angewandter Mathematik nachgewiesen werden, d.h., die Abschlussprüfung hat festzustellen, ob den Absolventinnen und Absolventen jene unverzichtbaren Fähigkeiten und Fertigkeiten vermittelt wurden, die im Bildungsauftrag berufsbildender höherer Schulen bzw. der jeweiligen Schulform (HTL, HAK, HUM, HLFS, BA und BRP) formuliert sind. Da mit jedem berufsorientierten Bildungsangebot stets der Erwerb zumindest einer anerkannten Berufsberechtigung einhergeht, ist die Vermittlung und Überprüfung jener Fähigkeiten, die für das jeweilige Tätigkeitsfeld unverzichtbar sind, besondere Bedeutung beizumessen.

6. Bildungsauftrag[10] und Bildungsziele

Berufsbildenden höheren Schulen kommt in Österreich gemäß dem im § 65 des Schulorganisationsgesetzes (SchOG) verankerten Bildungsauftrag die Aufgabe zu, Schülerinnen und Schülern eine höhere allgemeine und fachliche Bildung in einer Weise zu vermitteln, die sie zur Ausübung eines gehobenen Berufs auf technischem, gewerblichem, kunstgewerblichem, kaufmännischem, hauswirtschaftlichem oder sonstigem wirtschaftlichem Gebiet befähigt und sie zugleich zur Universitätsreife führt. Will man Erwartungen an das Fach „Angewandte Mathematik“ ausdrücken, sind vor allem folgende vier Aspekte von Bedeutung. Diese dürfen nicht isoliert betrachtet werden, sie sind eng miteinander vernetzt und stellen nur verschiedene Blickrichtungen auf ein gemeinsames Ganzes, nämlich den Bildungsauftrag selbst, dar.

- Der persönlichkeitsbezogene Aspekt, der sich mit der Bedeutung des Faches für den einzelnen Menschen beschäftigt.
- Der gesellschaftliche Aspekt, der die Erwartungen der Gesellschaft an das Fach berücksichtigt.
- Der berufsbezogene Aspekt, der die Schaffung der Voraussetzungen für einen Beruf zum Ziel hat.
- Der Anknüpfungsaspekt, der die Erwartungen der weiterführenden Ausbildungen und Aspekte des lebenslangen Lernens berücksichtigt.

---

[7] http://www.abc.berufsbildendeschulen.at/de/dlcollection.asp (Zugriff: 31.07.2013)

[8] http://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/de/kompetenzmodelle.html (Zugriff: 31.07.2013)

[9] Kratz, H. (2011): Wege zu einem kompetenzorientierten Mathematikunterricht. Ein Studien- und Praxisbuch für die Sekundarstufe. Seelze: Kallmeyer.

[10] Vgl. § 65 SchOG Aufgabe der berufsbildenden höheren Schulen. http://gts.eduhi.at/fileadmin/data/SchOG.pdf (Zugriff: 31.07.2013)

Der persönlichkeitsbezogene Aspekt[11]**:**

Der Bildungsauftrag bezieht sich auf die Fähigkeit der einzelnen Person, die Rolle zu erkennen, die die Mathematik in der Welt spielt, eigenes mathematisches Wissen zur Bearbeitung von Problemen einzusetzen und auf Grundlage mathematischer Erkenntnisse Urteile abzugeben. Von besonderer Bedeutung sind dabei die durch die Beschäftigung mit Mathematik erworbene Denktechnologie und der Erwerb heuristischer Strategien.

Der gesellschaftliche Aspekt:

> Die Kommunikation zwischen Expert(inn)en und Lai(inn)en wird heute als ein zentrales Problem unserer arbeitsteilig organisierten, demokratischen Gesellschaft gesehen: Der mündige Bürger und die mündige Bürgerin werden in vielen Situationen des öffentlichen, beruflichen und privaten Lebens Expert(inn)enmeinungen einholen müssen oder werden mit Meinungen von Expert(inn)en konfrontiert, die sie verstehen, bewerten und zu ihrer eigenen Erfahrungswelt in Beziehung setzen müssen, um entsprechende Entscheidungen treffen zu können.[12]

Das Fach Mathematik bietet vielfältige Möglichkeiten, diese Kommunikationskompetenz zu unterstützen.

Der berufsbezogene Aspekt[13]**:**

An höheren Schulen sollen die Lernenden vorbereitet werden, später Expertinnen und Experten in einem beliebigen Feld zu werden, wofür mathematische Grundkompetenzen unumgänglich sind. Diesem eher allgemein zu sehenden Aspekt kommt im Fall des Gegenstandes „Angewandte Mathematik“ an den berufsbildenden höheren Schulen zentrale Bedeutung zu, da das Erreichen eines Expertenstatus hier Hauptziel der Ausbildung ist. Diese besondere Betonung der Expertenrolle ergibt sich zwingend aus der Tatsache, dass mit der Reife- und Diplomprüfung immer auch Berufsberechtigungen vergeben werden. Die Lernenden müssen die mathematischen und denktechnologischen Voraussetzungen für die Ausübung eines höheren Berufs im jeweiligen Berufsfeld erwerben.

Der Anknüpfungsaspekt:

Da mit dem Abschluss einer höheren Schule die Studienberechtigung für alle Universitäten und Fachhochschulen verbunden ist, bezieht sich die Anknüpfungserwartung vor allem auf die mathematischen Kompetenzen in Hinblick auf eine allgemeine Studierfähigkeit. Sowohl für ein Studium als auch für lebenslanges Lernen ist aber noch mehr der Erwerb überfachlicher Kompetenzen wie Methodenkompetenz, Sozialkompetenz und Personalkompetenz erforderlich. Dazu muss der Mathematikunterricht einerseits durch die im Unterricht angesprochenen Problemstellungen und andererseits durch methodisch-didaktische Maßnahmen, wie etwa schülerzentriertes, eigenverantwortliches Arbeiten seine Beiträge leisten.

---

[11] Vgl. Kollosche, D. (2009): Die bildungstheoretische Perspektive in der Mathematikdidaktik. Universität Potsdam. http://www.math.uni-potsdam.de/prof/o_didaktik/af/mat/pmd-bildungstheorie-090415.pdf (Zugriff: 31.07.2013)

[12] Peschek, W. et al. (Hg.): Das Projekt „Standardisierte schriftliche Reifeprüfung aus Mathematik“ – Sicherung von mathematischen Grundkompetenzen. Version 9/09. Institut für Didaktik der Mathematik / Österr. Kompetenzzentrum für Mathematikdidaktik / IFF, Universität Klagenfurt. S. 8. http://www.uni-klu.ac.at/idm/downloads/sRP-M_September_2009.pdf (Zugriff: 31.07.2013)

[13] Zitat: Bildungstheoretisches Grundsatzpapier des Bm:ukk, http://teaching.eduhi.at/Mam/bundesarge/Grundsatzpapier%20SRDP%20AM.pdf (Zugriff: 31.07.2013)

Der spezielle Bildungsauftrag in Angewandter Mathematik bezieht sich im Besonderen auf die „Anwendungsbezogenheit“ der vermittelten Inhalte, die Erfüllung der dem Fach zugedachten „Zubringerfunktion“ und den „berufsfeldgerechten Technologieeinsatz“ im Rahmen des Unterrichts.

- Der Begriff „Anwendungsbezogenheit“ meint neben der Vermittlung allgemeiner mathematischer Bildungsziele insbesondere das Zur-Verfügung-Stellen spezieller mathematischer Kenntnisse, Methoden und Verfahren für die Berufspraxis.
- Als Zubringerfunktion ist die Aufgabe zu verstehen, mathematische Kompetenzen zum frühestmöglichen Zeitpunkt in den berufsfeldbezogenen Kontext zu stellen.
- Berufsfeldgerechter Technologieeinsatz schließlich bedeutet, Schüler/innen im Hinblick auf das angestrebte Berufsziel (oder Berufsfeld) zu einer professionellen technologischen Werkzeugkompetenz zu verhelfen.

7. Aufgabenstellungen

Im Einklang mit dem Bildungsauftrag, den Lehrplänen und den Bildungsstandards liegen der Erstellung des Konzepts der standardisierten schriftlichen Reife- und Diplomprüfung und der Kompensationsprüfung in Angewandter Mathematik folgende Ansprüche zugrunde:

- Sicherstellung der Ausbildungsqualität
- Analyse von Gemeinsamkeiten im hochdifferenzierten Bildungssystem und Entwicklung möglichst einheitlicher Aufgabenstellungen für alle Schulformen. Dies führt – wie unten dargestellt – zu einer Zweiteilung der Aufgabenstellungen.
- Nutzen von Chancen und Minimierung von Risiken im Rahmen des einzuleitenden Paradigmenwechsels (Vereinheitlichung der qualitativen Anforderungen, Kompetenzorientierung, Förderung eines reflektierten Umgangs mit Mathematik etc.). Dabei gilt es die Chancen und Fortschritte hinsichtlich der Bildungsqualität in den Mittelpunkt des Modells zu rücken, diese sicherzustellen und sich gleichzeitig zu bemühen dabei auftretende Probleme, Risiken und negative Effekte zu minimieren und möglichst hintanzuhalten.

Wo liegen nun die Chancen?

In der Vereinheitlichung der qualitativen Anforderungen, in der Förderung der Reflexion über grundlegende mathematische Fragen im Unterricht, in der stärkeren Bedeutung des Gegenstands im gesamten Fächerkanon, in der Unterstreichung der Wichtigkeit des Bildungsstandards Angewandte Mathematik, in der Standardisierung der Beurteilung die zu einer objektiven Vergleichbarkeit führt und in der Verwendung als Steuerungsinstrument in bildungspolitischer Hinsicht.

Aufgrund fachlicher, fachdidaktischer und pragmatischer Überlegungen wurde dem Reife- und Diplomprüfungskonzept in Angewandter Mathematik das Kompetenzmodell[14] der Bildungsstandards für diesen Gegenstand zugrunde gelegt. Es enthält einerseits Kompetenzen des gemeinsamen Kerns, die Schülerinnen und Schülern aller berufsbildenden höheren Schulen vermittelt werden sollen (Teil A), und andererseits jene Kompetenzen, die in den jeweiligen Berufsbildungssparten notwendig sind (Teil B). Beide Teile verfügen über die folgenden Ausprägungen von Inhalts- und Handlungsdimensionen:

[14] http://bildungsstandards.qibb.at/show_km_v2?achse_senkrecht_id=384&achse_waagrecht_id=385 (Zugriff: 31.07.2013)

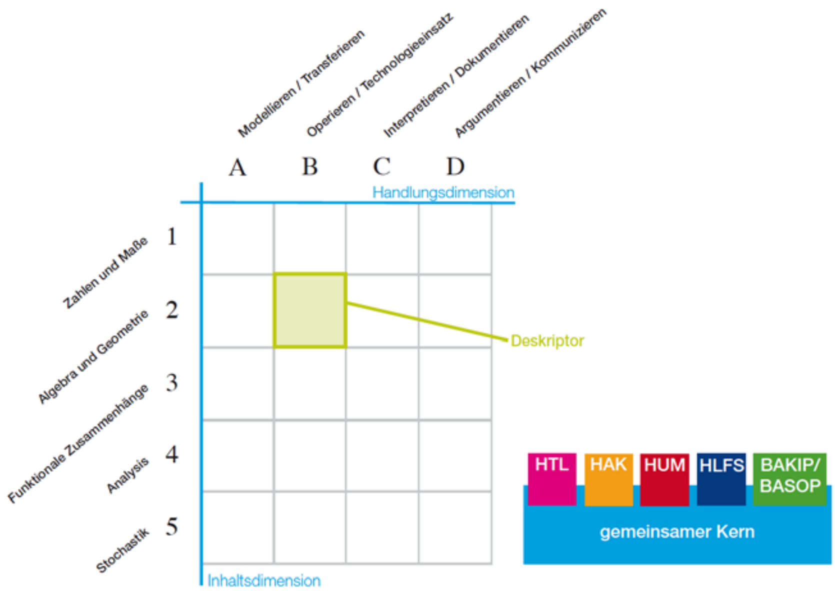


Abb.: Kompetenzmodell Angewandte Mathematik (BIST BHS)

8. Prüfungsstruktur

Die bildungspolitischen Ziele sowie ökonomische Überlegungen verlangen, innerhalb des hoch differenzierten berufsbildenden Schulsystems möglichst viele Anteile der standardisierten Reife- und Diplomprüfung über alle berufsbildenden Schulformen hinweg mit gleichen Aufgaben einheitlich zu gestalten, ohne jedoch die Qualität und Umsetzung des Bildungsauftrags zu gefährden.

Diese Aufgabe erweist sich insbesondere dadurch als äußerst schwierig, da, wie schon im Abschnitt über den speziellen Bildungsauftrag der „Angewandten Mathematik“ ausgeführt, die mathematischen Kompetenzen im Unterrichtsgeschehen zum ehestmöglichen Zeitpunkt in den jeweiligen berufsbezogenen Kontext transferiert und im Verlaufe der ganzen weiteren Ausbildung in diesem geübt, vertieft und verinnerlicht werden.

Auf Grund des zuvor ausgeführten Basisprinzips der Problemlöseorientierung von Aufgaben sind auch die Aufgabenstellungen eines schulartenübergreifenden gemeinsamen Teils (in Folge kurz „Teil A“) in einen Kontext einzubinden. Um jedoch die Kandidatinnen und Kandidaten nicht dadurch zu benachteiligen, dass sie in den Aufgaben der Klausurarbeit mit ihnen weniger geläufigen Kontexten konfrontiert werden, sind für den „Teil A“ Kontexte zu wählen, die zumindest innerhalb des berufsbildenden Schulwesens als allgemeingültig und vertraut anzusehen sind. Dies bedeutet in der Folge, dass für den „Teil A“ der Fokus sorgfältig auf Kompetenzen zu legen ist, für welche diese allgemeinen, nicht berufsfeldbezogenen Kontexte kaum eine Beeinträchtigung durch weniger vertrautes Umfeld bedeuten. Grundsätzlich deckt die Klausur in ihrer Gesamtheit auch die Gesamtheit der im Bildungsstandard geforderten Kompetenzen der Handlungsdimension ab. Alle diese Kompetenzen können in beiden Teilen der Klausur abgefragt werden. Auf Grund der oben ausgeführten Rahmenbedingungen, welche Benachteiligungen von Schülerinnen bzw. Schülern hintanhalten sollen, wird in „Teil A“ und „Teil B“ eine unterschiedliche Schwerpunktsetzung entsprechend der nachfolgenden Ausführungen vorgenommen.

Dem oben skizzierten Kompetenzmodell entsprechend wird die schriftliche Reife- und Diplomprüfung in Angewandter Mathematik in zwei Teile gegliedert:

- Der schulformenübergreifende Teil A umfasst vier bis sechs Aufgabenstellungen mit jeweils drei bis vier Teilaufgaben, die der Überprüfung der Grundkompetenzen dienen und das „Wesentliche“ im Sinne aller BHS-Lehrpläne (gemeinsamer Kern) abdecken. Der Katalog dieser Kompetenzen ist über die Website des BIFIE abrufbar.
- Der schulformenspezifische Teil B enthält zwei bis drei komplexe Aufgabenstellungen, die spezielle berufsbezogene Kompetenzen abbilden, soweit sie im Bildungsauftrag des jeweiligen Schultyps verankert sind. Diese Aufgabenstellungen sind umfangreicher und in ihrer Bearbeitung aufwendiger. Ihre Zusammenstellung und Zuordnung erfolgt nach den Vorgaben eines Clustermodells (siehe BIFIE Homepage), das die zahlreichen Schulformen und Ausbildungszweige des berufsbildenden höheren Schulwesens pragmatisch in neun Gruppierungen zusammenfasst.

8.1 Die Kompetenzkataloge

Neben den jeweils aktuellen Lehrplänen der jeweiligen Schulformen sind die Kompetenzkataloge - Grundkompetenzkatalog aus dem gemeinsamen Kern (Teil A) und - clusterspezifische Kataloge (Teil B), die am BIFIE unter Mitarbeit der Item-Writer/innen und Universitätsprofessoren entwickelt wurden, für die SRDP in Angewandter Mathematik maßgebend.

Grundkompetenzen im gemeinsamen Kern

Grundkompetenzen im gemeinsamen Kern

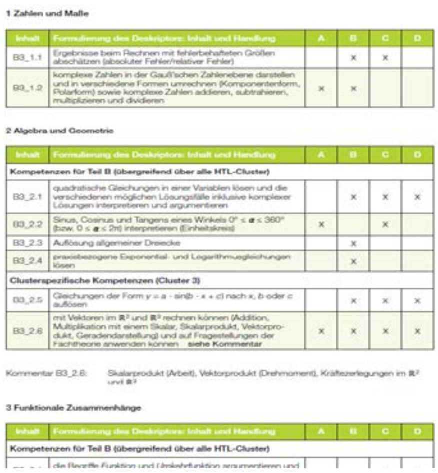
1 Zahlen und Maße

Inhalt	Formulierung des Deskriptors: Inhalt und Handlung
1.1	mit natürlichen, ganzen, rationalen und reellen Zahlen rechnen, ihre Beziehungen argumentieren und auf der Zahlengeraden veranschaulichen
1.2	Zahlen in Fest- und Gleitkommadarstellung in der Form $\pm a \cdot 10^k$ mit $1 \leq a < 10$ und $a \in \mathbb{R}$, $k \in \mathbb{Z}$ darstellen und damit grundlegende Rechenoperationen durchführen
1.3	Vielfache und Teile von Einheiten mit den entsprechenden Zehnerpotenzen darstellen (Nano bis Tera); Größen als Maßzahl mal Maßeinheit darstellen
1.4	überschlagsrechnen und runden, Ergebnisse beim Rechnen mit Zahlen abschätzen und in kontextbezogener Genauigkeit angeben
1.5	Zahlenangaben in Prozent und Promille im Kontext anwenden und mit Prozentsätzen und Promillesätzen rechnen
1.6	den Betrag einer Zahl verstehen und anwenden

2 Algebra und Geometrie

Inhalt	Formulierung des Deskriptors: Inhalt und Handlung
2.1	rechnen mit Termen **siehe Kommentar**
2.2	Rechenregeln für Potenzen mit ganzzahligen und mit rationalen Exponenten anwenden; Potenz- und Wurzelschreibweise ineinander überführen
2.3	Rechengesetze für Logarithmen anwenden
2.4	lineare Gleichungen in einer Variablen anwendungsbezogen aufstellen, lösen, die Lösungen interpretieren und argumentieren
2.5	Formeln aus der elementaren Geometrie anwenden, erstellen, begründen und interpretieren **siehe Kommentar**
2.6	eine Formel nach einer der variablen Größen umformen und die gegenseitige Abhängigkeit der Größen in einer Formel interpretieren und erklären **siehe Kommentar**
	lineare Gleichungssysteme mit zwei Variablen anwendungsbezogen aufstellen, lösen und die

Schulformspezifische Kompetenzen Cluster 3



1 Zahlen und Maße

Inhalt	Formulierung des Deskriptors: Inhalt und Handlung	A	B	C	D
B3_1.1	Ergebnisse beim Rechnen mit fehlerbehafteten Größen abschätzen (absoluter Fehler/relativer Fehler)		x	x	
B3_1.2	komplexe Zahlen in der Gauß'schen Zahlenebene darstellen und in verschiedene Formen umrechnen (Komponentenform, Polarform) sowie komplexe Zahlen addieren, subtrahieren, multiplizieren und dividieren	x	x		

2 Algebra und Geometrie

Inhalt	Formulierung des Deskriptors: Inhalt und Handlung	A	B	C	D
Kompetenzen für Teil B (übergreifend über alle HTL-Cluster)					
B3_2.1	quadratische Gleichungen in einer Variablen lösen und die verschiedenen möglichen Lösungsfälle inklusive komplexer Lösungen interpretieren und argumentieren		x	x	x
B3_2.2	Sinus, Cosinus und Tangens eines Winkels $0° \leq \alpha \leq 360°$ (bzw. $0 \leq \alpha \leq 2\pi$) interpretieren (Einheitskreis)	x		x	
B3_2.3	Auflösung allgemeiner Dreiecke		x		
B3_2.4	praxisbezogene Exponential- und Logarithmusgleichungen lösen		x		
Clusterspezifische Kompetenzen (Cluster 3)					
B3_2.5	Gleichungen der Form $y = a \cdot \sin(b \cdot x + c)$ nach x, b oder c auflösen		x	x	x
B3_2.6	mit Vektoren im $\mathbb{R}^2$ und $\mathbb{R}^3$ rechnen können (Addition, Multiplikation mit einem Skalar, Skalarprodukt, Vektorprodukt, Geradendarstellung) und auf Fragestellungen der Fachtheorie anwenden können **siehe Kommentar**	x	x	x	x

Kommentar B3_2.6: Skalarprodukt (Arbeit), Vektorprodukt (Drehmoment), Kräftezerlegungen im $\mathbb{R}^2$ und $\mathbb{R}^3$

3 Funktionale Zusammenhänge

Inhalt	Formulierung des Deskriptors: Inhalt und Handlung	A	B	C	D
Kompetenzen für Teil B (übergreifend über alle HTL-Cluster)					
	die Begriffe Funktion und Umkehrfunktion argumentieren und				

Abb.: Bifie Homepage, Angewandte Mathematik, Auszug

8.2 Das Clustermodell

Es wird von 5 Grundclustern ausgegangen, die den einzelnen Schulformen entsprechen. Diese sind:

- Technisch-gewerbliche Schulen
- Kaufmännische Schulen
- Humanberufliche Schulen
- Land- und forstwirtschaftliche Schulen

- Bildungsanstalten

Innerhalb der technisch-gewerbliche Schulen finden sich extrem unterschiedliche Ausbildungsziele mit völlig unterschiedlicher Wertigkeit mathematischer Kompetenzen. Der Bogen spannt sich von Kunst bis zur Elektronik oder dem Maschinenbau. Diese Vielfalt drückt sich auch darin aus, dass alleine innerhalb der Lehrpläne der technisch-gewerblichen Lehranstalten die Gesamtzahl der Jahreswochenstunden von 10 bis 16 streut. Es war daher unumgänglich innerhalb dieser Schulart eine weitere Differenzierung vorzunehmen.

Um sämtliche Schulformen der BHS abzudecken, wird es folglich elf unterschiedliche Klausurvarianten in Angewandter Mathematik geben: je eine Klausur in jedem der zehn Cluster (sechs für die HTL und je eine für HAK, HUM, HLFS und BA) sowie eine weitere Klausur für die Berufsreifeprüfung (BRP).

Cluster	HTL-Schulform	Ausbildungszweig
1a	Bautechnik	Bauwirtschaft Hochbau Holzbau Tiefbau
	Innenarchitektur und Holztechnologien	Holztechnik Raum- und Objektgestaltung
	Innenraumgestaltung und Holztechnik	Holztechnik Raum- und Objektgestaltung
	Wirtschaftsingenieurwesen	Holzwirtschaft
1b	Betriebsmanagement	Bekleidungstechnik Holzwirtschaft Marketing und Controlling Produktionstechnik Qualitäts- und Umweltmanagement Technisches Prozessmanagement Textilchemie und Ökologie Textiles Produktengineering Textilmanagement und -technik
	Grafik- und Kommunikationsdesign	
	Interior- und Surfacedesign	
	Kunst und Design	Angewandte Malerei – Oberflächendesign Audiovisuelles Mediendesign Bildhauerei – Objektdesign Grafik- und Kommunikationsdesign Graviertechnik Keramik Kunstschmiede und Metallplastiker

Cluster	Schulform	Ausbildungszweig
6	Wirtschaftliche Berufe (HUM)	HLA f. künstlerische Gestaltung HLA f. Mode und Bekleidungstechnik HLA f. Modedesign und Produktgestaltung HLA f. Produktmanagement und Präsentation HLA f. Tourismus HLA f. Tourismus und Informationsmanagement HLW
7	HLFS	Forstwirtschaft Gartenbau Garten- und Landschaftsgestaltung Landtechnik Landwirtschaft Land- und Ernährungswirtschaft Lebensmittel- und Biotechnologie Wein- und Obstbau
8	HAK	Controlling und Accounting Controlling und Jahresabschluss Digital Business Entrepreneurship und Management Informationsmanagement und Informationstechnologie Internationale Geschäftstätigkeit Internationale Wirtschaft mit Fremdsprache(n) und Kultur Logistikmanagement und Speditionswirtschaft Multimedia und Webdesign Netzwerkmanagement Softwareentwicklung Transportmanagement Wirtschaftsinformatik, Digital Business

Abb.: Bifie Homepage, Angewandte Mathematik, Auszug

In beiden Klausurteilen werden vorläufig ausschließlich offene Testformate zum Einsatz kommen. Im Gegensatz zur bisher vielerorts gängigen Praxis werden im Rahmen der Aufgabenstellungen keine Fragen, sondern klare Arbeitsanweisungen formuliert. Die Palette möglicher Anweisungen ist in einem Signalwörterkatalog („Operatorenkatalog“) zusammengefasst (siehe BIFIE Homepage) und kann so im Unterricht vorab berücksichtigt werden.

Es werden die folgenden Signalwörter vorgeschlagen und erklärt:

Handlungs-anweisung	Handlungs-kompetenz	Beschreibung	Beispiel
modellieren / Modell bilden	A Modellieren	■ zu einem anwendungsbezogenen Problem ein Modell in Form einer Gleichung, einer Funktion oder einer Grafik finden ■ eine Formel oder Gleichung entwickeln	■ *Modellieren Sie* ein Verfahren, mit dem man ... ■ *Bilden Sie* ein lineares *Modell* ...
aufstellen	A Modellieren	■ mathematische Darstellungen (z. B. eine Gleichung) finden und für das Problem adaptieren ■ einen Sachverhalt als Gleichung oder Gleichungssystem formulieren	■ *Stellen Sie* eine Funktionsgleichung *auf*, die ... beschreibt. ■ *Stellen Sie* eine Gleichung *auf*, die diesen Sachverhalt beschreibt. ■ *Stellen Sie* ein lineares Gleichungssystem *auf*, das ...
erstellen	A Modellieren	■ einen Sachverhalt in ein grafisches oder tabellarisches Modell übersetzen	■ *Erstellen Sie* eine Tabelle, die ... ■ *Erstellen Sie* ein Balkendiagramm, das ...
angeben	A Transferieren	■ eine Problemstellung in einen mathematischen Ausdruck überführen	■ *Geben Sie* eine Gleichung *an*, die ... ■ *Geben Sie an*, welche Funktion dieser Darstellung entspricht.

Abb.: Bifie Homepage, Angewandte Mathematik, Auszug

Die Gesamtdauer der Klausur beträgt 270 Minuten (für die BRP 240 Minuten). Sie kann handschriftlich auf Papier oder am Computer durchgeführt werden, wobei die Verwendung der gewohnten Hilfsmittel (Technologie und Formelsammlung) in beiden Teilen erlaubt ist.

Um dem schulformenübergreifenden Charakter der neuen Reife- und Diplomprüfung Rechnung zu tragen und Chancengleichheit sicherzustellen, wurden allgemeingültige, produktunabhängige Mindestanforderungen an die Technologie festgelegt. Folgende Funktionalitäten werden dabei vorausgesetzt:

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

9. Leistungsbeurteilung

Zur Beurteilung der bei der schriftlichen Reife- und Diplomprüfung erbrachten Leistungen wurde auf Grundlage der geltenden Leistungsbeurteilungsverordnung (LBVO) ein neues verbales Beurteilungsmodell entwickelt. Der, auf Basis dieses Modells vom BIFIE erarbeitete Beurteilungsraster (dieser wird in Form eines Word-Dokuments zur Verfügung gestellt) ist bei der Korrektur verpflichtend anzuwenden. Zur Unterstützung für die Lehrer/innen gibt es auch einen SRDP-Rechner – hier als

Simulationsmodell dargestellt.

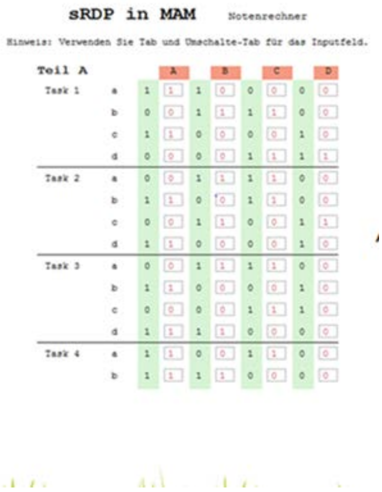


Abb.: Modell eines SRDP- Rechners für Angewandte Mathematik

Beurteilungsraster zur schriftlichen Reife- und Diplomprüfung in Angewandter Mathematik (BHS)

Beurteilung / Kompetenzbereiche		Anforderungen werden in den wesentlichen Bereichen überwiegend erfüllt	Anforderungen werden in den wesentlichen Bereichen zur Gänze erfüllt	Anforderungen werden in über das Wesentliche hinausgehendem Ausmaß erfüllt	Anforderungen werden in weit über das Wesentliche hinausgehendem Ausmaß erfüllt
Modellieren & Transferieren		Basismodelle im allgemeinen bzw. schulformspezifischen Kontext erstellen (im Sinne der Grundkompetenzen)	grundlegende Modelle aus dem allgemeinen bzw. schulformspezifischen Kontext bilden	über das Grundlegende hinausgehende Modelle aus dem allgemeinen bzw. schulformspezifischen Kontext bilden	Modelle im Bereich komplexer Problemstellungen und Sachzusammenhänge erstellen
		Basiszusammenhänge aus dem Alltag in einfachster Form in die Mathematik transferieren und umgekehrt	grundlegende Zusammenhänge in mathematische Beschreibung transferieren	mathematische Zusammenhänge in berufsspezifische Bereiche übertragen und umgekehrt	komplexe mathematische Zusammenhänge in berufsfeldspezifische Bereiche übertragen und umgekehrt
Operieren & Technologieeinsatz		Rechen- und Konstruktionsabläufe auf Basis grundlegenden Operierens korrekt durchführen	auf Basis eines zugrunde liegenden tieferen Verstehens über die grundlegende Rechenkompetenz hinausgehend operieren	über die grundlegende Rechenkompetenz hinausgehend unter Nachweis eines kompetenten Technologieeinsatzes anspruchsvoll operieren	in komplexen bzw. anspruchsvollen Situationen, auf den jeweiligen Cluster abgestimmt, operieren
		grundlegende Technologiekompetenz nachweisen	operative Tätigkeiten zur Lösung grundlegender Problemstellungen an die jeweils verfügbare Technologie (im Mindestausmaß) auslagern und die Technologie adäquat einsetzen		über eine tiefgehende Werkzeugkompetenz verfügen und diese nachweisen
Reflektieren	Interpretieren & Dokumentieren	aus Informationen oder mathematischen Darstellungen grundlegende Fakten, Zusammenhänge oder Sachverhalte im Mindestmaß interpretieren	vorgegebene mathematische Zusammenhänge und Ergebnisse in allgemeinen und schulformspezifischen Kontexten interpretieren	mathematische Zusammenhänge in Fachsprache interpretieren	komplexe mathematische Zusammenhänge, auf den jeweiligen Cluster abgestimmt, interpretieren
		Lösungswege und Ergebnisse in grundlegender Form darstellen	Lösungsstrategien verständlich und nachvollziehbar darstellen	Lösungsstrategien in Fachsprache nachvollziehbar darstellen	komplexe Lösungsstrategien, auf den jeweiligen Cluster abgestimmt, dokumentieren
	Argumentieren & Kommunizieren*	grundlegende mathematische Sachverhalte erklären	mathematische Sachverhalte und Entscheidungen begründen	mathematische Sachverhalte und Entscheidungen unter Verwendung mathematischer Fachsprache begründen und erklären	mathematische Sachverhalte und Entscheidungen mit mathematischer Fachsprache unter Berücksichtigung unterschiedlicher Aspekte argumentieren, begründen und erklären

* verbales Kommunizieren nicht schriftlich überprüfbar

Abb.: Beurteilungsraster für Angewandte Mathematik , vgl. BIFIE Homepage

Während die Bildungsstandards als Regelstandards definiert sind, wurden für die Beurteilung der Leistungen bei Abschlussprüfungen in Angewandter Mathematik auch Minimalanforderungen an die Kandidatinnen und Kandidaten definiert. Um die Prüfung „positiv“ zu absolvieren, d.h. um ein „Genügend“ zu erreichen, müssen diese definierte Mindestanforderungen in den Ausprägungen der Handlungsdimensionen „Modellieren/Transferieren“, „Operieren/Technologieeinsatz“ und „Reflektieren“ (für die Beurteilungen werden hier „ Interpretieren/Dokumentieren“ und „Argumentieren“ zusammengefasst) erfüllt werden. Die Leistung der Kandidatin bzw. des Kandidaten wird stets als Ganzes beurteilt, d.h., es gibt keine gesonderte Beurteilung der beiden Klausurteile A und B.

Um Korrektur und Beurteilung zu vereinfachen, enthalten die Bewertungsschlüssel für jede Teilaufgabe genaue Anweisungen zur Punktevergabe (genaue Zuordnung zu den jeweiligen Ausprägungen der Handlungsdimension). Bei Aufgabenstellungen des Teils-A können nach derzeitigem Entwicklungsstand von der Kandidatin bzw. vom Kandidaten pro Teilaufgabe maximal 1 oder 2 Punkte, bei jenen des Teils-B maximal 1, 2, 3 oder 4 Punkte erreicht werden.

Beispiel eines Lösungsschlüssels

Teilaufgabe a)

Erstellen Sie ein geeignetes Modell für ……

Handlungskompetenz: Modellieren → 1 Punkt A (Modellierpunkt)

Teilaufgabe b)

Berechnen Sie den Wert für …..

Handlungskompetenz: Operieren → 1 Punkt B (Operierpunkt)

Teilaufgabe c)

Erklären Sie den Zusammenhang von …..

Handlungskompetenz: Argumentieren → 1 Punkt R (Reflexionspunkt)

Mit Hilfe des sogenannten **„cut score“** wird die Punkteanzahl, die das „Wesentliche“ in den Ausprägung der Handlungsdimension beschreibt, festgelegt. Dieser „cut score“ in den den Ausprägungen der Handlungsdimension (A,B,R) wird je nach Schwierigkeit der zu erreichenden Punkte in den Handlungskompetenzen für jedes Maturaheft in einem Expertenverfahren neu festgelegt, mit dem Ziel, eine faire Notenvergleichbarkeit über verschiedene Maturajahrgänge hinweg zu erreichen. Damit wird sichergestellt, dass die SRDP in Angewandter Mathematik zu aufeinanderfolgenden Terminen immer ausgewogen auf gleichem Niveau erfolgt, was der Fairness gegenüber den Kandidatinnen und Kandidaten dient. Das bedeutet aber, dass der „cut score“ von SRDP-Termin zu SRDP-Termin verschieden sein kann. Diesen „cut score“ samt allen Notenabstufungen bekommen die Prüfer/innen zusätzlich zum Beurteilungsschlüssel (Punktevergabe nach Handlungskompetenz) und zur Lösungserwartung mitgeliefert.

10. Feldtestung

Sämtliche Aufgabenstellungen für die schriftliche Reife- und Diplomprüfung werden vor ihrem Einsatz bei der Klausur einer Feldtestung unterzogen, danach von ausgebildeten Assessorinnen und Assessoren korrigiert und danach noch psychometrisch ausgewertet. Feldtestungen in Angewandter Mathematik werden seit Herbst 2011 zweimal pro Jahr durchgeführt. Die Ergebnisse der Feldtestungen sind nicht für die Öffentlichkeit bestimmt – hierbei geht es nur um die Qualität der Aufgabenstellungen, wobei sich nach bereits drei durchgeführten Feldtestungen eine deutliche Steigerung der Motivation und Lösungshäufigkeit der Schüler/innen erkennen lässt. Die Schüler/innen werden dabei zu einer aktiven Mitarbeit, durch Fragebögen aufgefordert, was wiederum zur Verbesserung der Qualität der Aufgabenstellungen beiträgt. Entspricht eine Aufgabenstellung nicht der gewünschten Qualität, dann wird sie nochmals nach der Feldtestungskorrektur überarbeitet und geht erneut in eine Feldtestung. Bis eine Aufgabe vom BIFIE für eine Feldtestung abgenommen wird muss sie die folgenden Qualitätsschleifen durchlaufen:

- Peer-Review
- Gruppen-Review
- Review durch Universitätsprofessoren
- Review im Plenum
- Nachrechnen

Aufgabenerstellung im Rahmen eines Qualitätszyklus

Im Folgenden wird der Erstellungszyklus einer Aufgabenstellung dargestellt:

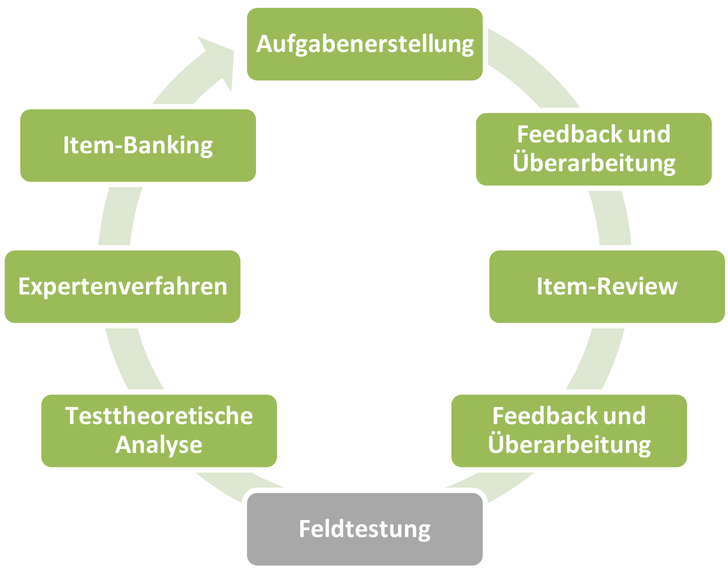


Abb.: Aufgabenerstellungszyklus Angewandte Mathematik, BIFIE

11. Aufgabenstellungen

Um einen Überblick von möglichen Aufgabenstellungen zur SRDP in Angewandter Mathematik zu bekommen werden nachfolgend einige Aufgabenstellungen exemplarisch aufgelistet.

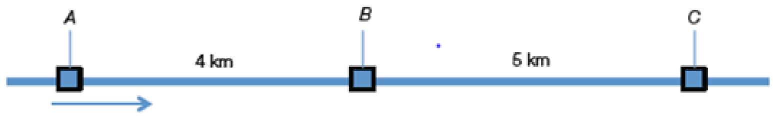
Teil A-Aufgabenstellungen

Ammonium im Fluss

Aufgabennummer: A_079

Technologieeinsatz: möglich ☒ erforderlich ☐

Die Selbstreinigungskraft eines fließenden Gewässers hängt von dessen Sauerstoffgehalt ab. Bleibt der Sauerstoffgehalt konstant, erfolgt der Abbau von Ammonium exponentiell.
Die unten dargestellte Grafik zeigt schematisch den Verlauf eines Flusses. Bei gleichbleibender Fließgeschwindigkeit werden jeweils nach 2 Kilometern (km) 50 % des Ammoniums abgebaut.
An den Punkten *A*, *B* und *C* kommt es durch Einleitung von Abwasser jeweils zu einer Erhöhung des Ammoniumgehalts.



Am Punkt *A* beträgt der Ammoniumgehalt 1 Milligramm pro Liter (mg/L). Am Punkt *B* erhöht sich der dort noch vorhandene Ammoniumgehalt um 0,4 mg/L, am Punkt *C* erhöht sich der dort noch vorhandene Ammoniumgehalt um 0,5 mg/L.

a) – Übertragen Sie den Ammoniumabbau in Milligramm pro Liter (mg/L) während der ersten 6 Kilometer in ein Koordinatensystem. Der Startpunkt ist Punkt *A*.

b) Der Ammoniumabbau im obigen Fluss lässt sich durch eine Exponentialfunktion der Form $N(s) = N_0 \cdot e^{-0{,}3466 \cdot s}$ beschreiben.

s … Fließstrecke in km
$N(s)$ … Ammoniumabbau nach der Fließstrecke s in mg/L
N_0 … Anfangsgehalt an Ammonium in mg/L

– Berechnen Sie, wie hoch der Ammoniumgehalt in mg/L im obigen Fluss unmittelbar nach dem Punkt *C* ist. Geben Sie das Ergebnis auf 3 Kommastellen genau an.

c) Durch den Einbau von Wehrstufen soll der Sauerstoffeintrag in den Fluss und damit dessen Selbstreinigungskraft erhöht werden. Der Fluss sollte danach imstande sein, schon nach 1 km die Hälfte des eingetragenen Ammoniums abzubauen.

– Stellen Sie eine Formel auf, die – abhängig von der Flussstrecke und dem Anfangsgehalt – den Ammoniumgehalt in mg/L beschreibt.

d) An einer bestimmten Stelle des Flusses beträgt der Durchfluss 1 390 m³/s. Der mittlere Ammoniumgehalt beträgt 0,13 mg/L.

– Berechnen Sie die Menge an Ammonium, die pro Tag an dieser Stelle durchfließt. Geben Sie das Ergebnis in Tonnen auf 2 Kommastellen genau an.

Hinweis zur Aufgabe:
Antworten müssen der Problemstellung entsprechen und klar erkennbar sein. Ergebnisse sind mit passenden Maßeinheiten anzugeben. Diagramme sind zu beschriften und zu skalieren.

Wählerverhalten

Aufgabennummer: A_044

Technologieeinsatz: möglich ☐ erforderlich ☒

Der Prozentanteil an Wählerstimmen für eine bestimmte Partei *A* sei normalverteilt mit einem Erwartungswert μ = 27 % und einer Standardabweichung von σ = 4,48 %.

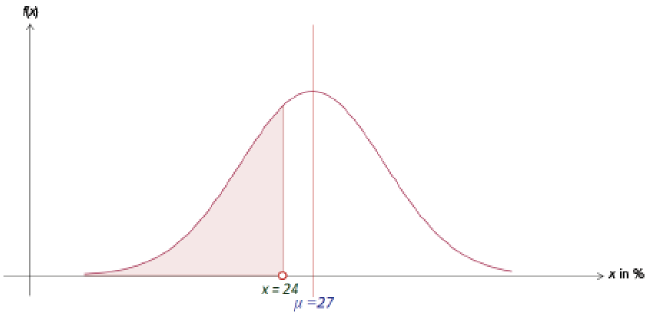
a) – Erklären Sie, warum die folgenden beiden Aussagen

Aussage 1: „Die Partei *A* erhält mindestens 31,5 % der Stimmen"
Aussage 2: „Die Partei *A* wird höchstens 22,5 % der Stimmen erringen"

gleich wahrscheinlich sind.

b) – Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass die Partei *A* mindestens 29,2 % der Stimmen erhält.

c) – Interpretieren Sie die folgende Grafik bezüglich der zu erreichenden Prozentzahl an Stimmen für die Partei *A*, die durch die farbige Fläche repräsentiert wird:



Hinweis zur Aufgabe:
Geben Sie die Antworten in ganzen Sätzen und mit den entsprechenden Maßeinheiten an.

Teil B-Aufgabenstellungen

Cluster 2 Technisch-gewerbliche Schulen – HTL für Elektrotechnik

RC-Glied

Aufgabennummer: B-C2_01

Technologieeinsatz: möglich ☐ erforderlich ☒

Ein *RC*-Glied wird an eine Batterie mit der konstanten Spannung U_e angeschlossen. Dabei wird der Kondensator aufgeladen. Die zugehörige Differenzialgleichung für die Kondensatorspannung lautet:

$$R \cdot C \frac{d}{dt} u_C(t) + u_C(t) = U_e$$

R … Ohm'scher Widerstand in Ohm (Ω)
C … Kapazität des Kondensators in Farad (F)
$u_C(t)$ … Spannung am Kondensator in Volt (V) zum Zeitpunkt t
t … Ladezeit in Sekunden (s)

a) – Dokumentieren Sie, wie man diese Differenzialgleichung mithilfe der Methode *Trennung der Variablen* lösen kann.
– Geben Sie die spezielle Lösung für die Anfangsbedingung $u_C(0\text{ s}) = 0$ V an.

b) Für die Stromstärke i_C gilt während des Ladevorgangs des Kondensators folgende Funktion:

$$i_C(t) = I_0 \cdot e^{\frac{-t}{R \cdot C}}$$

I_0 … Stromstärke zu Beginn des Ladevorgangs in Ampere (A)
t … Ladezeit in Sekunden (s)

– Stellen Sie den Graphen dieser Funktion für ein *RC*-Glied mit folgenden Größen dar:

$$I_0 = 0{,}3\text{ A},\ \ R = 30\text{ k}\Omega\ \text{ und }\ C = 470\text{ nF}$$

– Entnehmen Sie der Grafik, wann der Ladestrom auf die Hälfte des Anfangswerts gesunken ist.
– Schätzen Sie ab, nach welcher Zeit der Kondensator praktisch vollständig geladen ist.

c) – Erklären Sie anhand der Funktion

$$i_C(t) = I_0 \cdot e^{\frac{-t}{R \cdot C}}$$

zu welchem Zeitpunkt die Stromstärke i_C den höchsten Wert aufweist.
– Beschreiben Sie, wie sich eine Vergrößerung des Widerstands R auf den Verlauf der Stromstärke i_C und auf die Änderung der Ladedauer auswirkt.

Hinweis zur Aufgabe:
Antworten müssen der Problemstellung entsprechen und klar erkennbar sein. Ergebnisse sind mit passenden Maßeinheiten anzugeben. Diagramme sind zu beschriften und zu skalieren.

Weinhandel

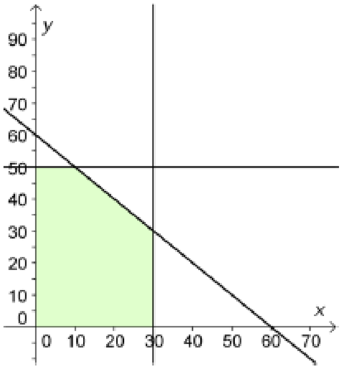
Aufgabennummer: B-C6_05

Technologieeinsatz: möglich ☐ erforderlich ☒

Zwei Weinhändler bieten je eine spezielle Sorte von Rot- und Weißwein als Sonderangebot in einem Festzelt an. Die Zahl der an diesem Tag verkauften Weißweinflaschen ist mit x bezeichnet, jene der Rotweinflaschen mit y.

a) Der Weinhändler Weininger kann erfahrungsgemäß bei diesem Fest höchstens 20 Flaschen pro Sorte verkaufen. Er kann an diesem Tag aber nur höchstens 30 Flaschen bei seinem Verkaufsstand unterbringen.
Der Gewinn beträgt bei einer Flasche Weißwein € 1,50 und bei einer Flasche Rotwein € 2,50.
Der Händler möchte die Lieferung so gestalten, dass er maximalen Gewinn hat.
– Geben Sie alle notwendigen Ungleichungen an, die diese Bedingungen beschreiben.
– Stellen Sie die Gleichung der Zielfunktion für den Gewinn auf.

b) Der Verkauf von Weiß- und Rotweinflaschen des Weinhändlers Fassbinder bei diesem Fest wird durch folgende Grafik veranschaulicht:



– Lesen Sie die Ungleichungen ab, die den Lösungsbereich bestimmen.
– Interpretieren Sie aus der Grafik, wie viele Weiß- und Rotweinflaschen dieser Händler jeweils höchstens zu seinem Stand im Festzelt mitnehmen sollte.

c) Beim Weinhändler Fassbinder (Aufgabe b) beträgt die Zielfunktion für den Gewinn $Z = 2x + 4y$.
– Zeichnen Sie die Zielfunktion in die Grafik der Aufgabe b) ein.
– Berechnen Sie mithilfe der passenden Werte aus der Grafik den maximalen Gewinn.

Hinweis zur Aufgabe:
Antworten müssen der Problemstellung entsprechen und klar erkennbar sein. Ergebnisse sind mit passenden Maßeinheiten anzugeben. Diagramme sind zu beschriften und zu skalieren.

Cluster 9 Bildungsanstalten (BAKIP/BASOP)

Körpergröße von Kindern

Aufgabennummer: B-C9_03

Technologieeinsatz: möglich ☐ erforderlich ☒

Die Tabelle gibt die durchschnittlich gemessene Körpergröße am Ende eines Lebensjahres von Buben im Kindesalter im Laufe ihrer Entwicklung an. Als Geburtsgröße wird eine durchschnittliche Größe von 50 cm angenommen.

t ... Alter in Jahren (a)
G ... Körpergröße in Zentimetern (cm)
$\frac{\Delta G}{\Delta t}$ ... jährliche Änderungsrate in cm/a

t in a	G in cm	$\frac{\Delta G}{\Delta t}$ in cm/a
1	77	27
2	89	12
3	97	8
4	104	7
5	111	7
6	117	6

a) – Stellen Sie die angegebenen Werte als Punktediagramm in einem Koordinatensystem dar.
– Ermitteln Sie den Zusammenhang der beiden Größen über eine lineare Regression und zeichnen Sie die Trendlinie.
– Argumentieren Sie, warum die ermittelte Funktion $G(t)$ den Wachstumstrend nicht gut beschreibt.

b) – Argumentieren Sie, ob die mittlere jährliche Änderungsrate annähernd dem Gesetz einer arithmetischen Folge, einer geometrischen Folge oder keiner von beiden gehorcht.

c) Die Körpergröße der Kinder ist näherungsweise normalverteilt. Buben im Alter von 8 Jahren haben eine durchschnittliche Körpergröße von $\mu = 130$ cm bei einer Standardabweichung von $\sigma = 10$ cm.
– Berechnen Sie, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Bub dieses Alters eine Körpergröße zwischen 135 cm und 145 cm hat.

Hinweis zur Aufgabe:
Antworten müssen der Problemstellung entsprechen und klar erkennbar sein. Ergebnisse sind mit passenden Maßeinheiten anzugeben. Diagramme sind zu beschriften und zu skalieren.

Quellen:

Standardisierte schriftliche Reife- und Diplomprüfung aus „Angewandte Mathematik“, Bildungstheoretisches Grundsatzpapier der Sektion II – Berufsbildendes Schulwesen, Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, Juni 2010, http://teaching.eduhi.at/Mam/bundesarge/Grundsatzpapier%20SRDP%20AM.pdf (Zugriff: 31.07.2013)

§ 65 SchOG Aufgabe der berufsbildenden höheren Schulen. http://gts.eduhi.at/fileadmin/data/SchOG.pdf (Zugriff: 31.07.2013).

http://aufgabenpool.bifie.at/bhs/index.php?action=14 (Zugriff: 31.07.2013).

http://bildungsstandards.qibb.at/show_km_v2?achse_senkrecht_id=384&achse_waagrecht_id=385 (Zugriff: 31.07.2013).

http://www.abc.berufsbildendeschulen.at/de/dlcollection.asp (Zugriff: 31.07.2013).

http://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/de/kompetenzmodelle.html (Zugriff: 31.07.2013).

https://www.bifie.at/node/1390 (Zugriff: 31.07.2013).

https://www.bifie.at/node/1934 (Zugriff: 31.07.2013).

https://www.bifie.at/node/1935 (Zugriff: 31.07.2013).

Kollosche, D. (2009): Die bildungstheoretische Perspektive in der Mathematikdidaktik. Universität Potsdam. http://www.math.uni-potsdam.de/prof/o_didaktik/af/mat/pmd-bildungstheorie-090415.pdf (Zugriff: 31.07.2013).

Kratz, H. (2011): Wege zu einem kompetenzorientierten Mathematikunterricht. Ein Studien- und Praxisbuch für die Sekundarstufe. Seelze: Kallmeyer.

Peschek, W. et al. (Hg.): Das Projekt „Standardisierte schriftliche Reifeprüfung aus Mathematik" – Sicherung von mathematischen Grundkompetenzen. Version 9/09. Institut für Didaktik der Mathematik / Österr. Kompetenzzentrum für Mathematikdidaktik / IFF, Universität Klagenfurt. S. 8. http://www.uni-klu.ac.at/idm/downloads/sRP-M_September_2009.pdf (Zugriff: 31.07.2013).

Verfasser:
Mag. Martin Schodl
Teamleitung Reifeprüfung Mathematik und Angewandte Mathematik
Telefon +43-1-5336214-4035 / Fax -4030
Mobil +43-664-800114035
m.schodl@bifie.at

Bundesinstitut bifie
Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation &
Entwicklung des österreichischen Schulwesens