



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

*„Analyse der standardisierten kompetenzorientierten schriftlichen
Reifeprüfung in Mathematik – AHS und BHS im Vergleich“*

verfasst von / submitted by

Lena Hammerschmidt, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Education (MEd)

Wien, 2021 / Vienna 2021

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears
on the student record sheet:

A 199 520 525 02

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears
on the student record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB)
Unterrichtsfach Mathematik
Unterrichtsfach Psychologie und
Philosophie Lehrverbund

Betreut von / Supervisor:

Mag. Dr. tech. Bernhard Krön, Privatdoz.

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Mag. Dr. Andreas Ulovec

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
1.1	Zielsetzung der Arbeit.....	2
1.2	Aufbau der Arbeit.....	2
2.	Allgemeiner Teil.....	3
2.1	Warum standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung?.....	4
2.2	Das System <i>Zentralmatura</i> in Österreich.....	5
2.2.1	AHS	6
2.2.2	BHS	7
2.2.3	Standardisierte schriftliche Teilprüfung in (Angewandter) Mathematik	9
2.2.3.1	AHS	9
2.2.3.2	BHS	10
2.3	Bildungsstandards und (Grund-)Kompetenzen	12
2.3.1	AHS	13
2.3.2	BHS	13
2.4	Antwortformate	14
2.5	Beurteilungen	16
2.5.1	AHS	16
2.5.2	BHS	18
2.6	Themenbereiche für die neue Reifeprüfung in Mathematik	19
2.6.1	AHS	19
2.6.2	BHS (HTL Cluster 2).....	20
2.7	Erfahrungen mit dem System Zentralmatura	20
2.7.1	Pro-Argumente	20
2.7.2	Kontra-Argumente	21
3.	Aufgabenanalyse.....	23
3.1	Begriffsdefinition	23

3.2	Aufbau der Aufgabenstellungen	25
3.2.1	AHS-Aufgaben.....	25
3.2.1.1	Allgemein.....	25
3.2.1.2	Mathematischer Inhalt der Aufgaben.....	27
3.2.1.3	Aufgaben als Sachaufgaben	29
3.2.2	BHS-Aufgaben.....	31
3.2.2.1	Allgemein.....	32
3.2.2.2	Mathematischer Inhalt der Aufgaben.....	34
3.2.2.3	Aufgaben als Sachaufgaben	42
3.3	Inhaltsbereich Funktionale Abhängigkeiten/Zusammenhänge und Analysis	43
3.3.1	AHS-Aufgaben.....	43
3.3.2	BHS-Aufgaben.....	47
3.3.3	Vergleich AHS – BHS.....	52
3.4	Inhaltsbereich Wahrscheinlichkeit und Statistik/Stochastik	54
3.4.1	AHS	54
3.4.2	BHS	58
3.4.3	Vergleich AHS-BHS.....	61
3.5	Anwendungsbereiche der Sachaufgaben.....	64
3.5.1	AHS	64
3.5.2	BHS	67
3.5.3	Vergleich AHS – BHS.....	70
4.	Zusammenfassung	73
5.	Ausblick.....	75
6.	Literaturverzeichnis	77
7.	Tabellenverzeichnis.....	81
8.	Abbildungsverzeichnis.....	83
9.	Anhang	85

1. Einleitung

Rund 45.000 Schüler und Schülerinnen maturieren jährlich in Österreich. Da die standardisierte Reife- (und Diplom-)prüfung erstmals im Schuljahr 2014/15 in den allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) beziehungsweise 2015/16 in den berufsbildenden höheren Schulen (BHS) flächendeckend durchgeführt wurde, ist die Beschäftigung mit deren Aufgabenstellungen immer noch ein großes Thema.

Standardisiert wurden die folgenden schriftlichen Prüfungen: Unterrichtssprache (Deutsch, Slowenisch, Kroatisch, Ungarisch), Mathematik, lebende Fremdsprache (Englisch, Französisch, Italienisch, Spanisch) sowie Latein und Griechisch. Die Aufgabenstellungen hiervon werden vom BMBWF (Bundesministerium für Bildung, Wirtschaft und Forschung) erarbeitet und zentral ausgegeben. Die Prüfungsaufgaben für die AHS und BHS sind vollkommen unterschiedlich, beginnend beim unterschiedlichen Namen: Während in der AHS eine Reifeprüfung mit vorangegangener vorwissenschaftlicher Arbeit (VWA) geschrieben wird, wird in der BHS eine Reife- und Diplomprüfung mit vorangegangener Diplomarbeit abgehalten. Um die Standardisierung sicherzustellen, finden die Prüfungen jeweils an denselben Tagen statt. Die Aufgabenstellungen für die Unterrichtssprache sind in der AHS und BHS dieselben, während es in den lebenden Fremdsprachen sowohl gemeinsame Teile als auch BHS-spezifische Aufgaben innerhalb der jeweiligen Schultypen gibt. Die größten Unterschiede zwischen den Prüfungen bestehen im Fach Mathematik, wodurch es nach der Durchführung immer wieder zu Kritik von Seiten der Lernenden, Lehrenden, Eltern als auch Experten und Expertinnen kommt. Die Bedeutsamkeit der Aufgabenstellungen für die Schüler und Schülerinnen bei der Zentralmatura ist also bekannt. Dementsprechend wichtig ist es, die Angaben immer wieder zu analysieren und möglichst gut zu gestalten.

Warum es schlussendlich inhaltliche Unterschiede zwischen den AHS- und BHS-Prüfungen gibt, ist wahrscheinlich klar, aber welche und inwiefern sich diese voneinander unterscheiden, soll im Zuge dieser Arbeit analysiert werden. Durch genauere Betrachtung ausgewählter Aufgabenstellungen sollen die verlangten Tätigkeitsbereiche gegenübergestellt und so die Wichtigkeit spezieller Wissensgebiete hervorgehoben werden. Ob diverse Feststellungen durch die Analyse bestimmter Zentralmaturatermine allgemein und für jeden Termin geltend gemacht werden können, bleibt offen.

1.1 Zielsetzung der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit soll folgende Fragestellung bearbeitet werden:

Welche Unterschiede bestehen zwischen den schriftlichen AHS- und BHS-Maturaaufgabenstellungen im Fach (Angewandte) Mathematik?

Darunter fällt auch die Beschäftigung mit folgenden Unterpunkten:

- Wie sind die Aufgaben aufgebaut und welche Aufgabentypen treten auf?
- Wie werden die möglichen Punkte vergeben?
- Welche Themengebiete sowie Kompetenzen werden abgefragt?
- Welche inhaltlichen Zusammenhänge/Differenzen können festgestellt werden?
- Welche Fähigkeiten müssen die Maturanten und Maturantinnen beherrschen?
- Welche Zusammenhänge/Differenzen können bezüglich der Tätigkeitsbereiche festgestellt werden?
- Welche unterschiedlichen Kontexte treten im Zuge der Aufgabenstellungen auf?

1.2 Aufbau der Arbeit

Im Zuge einer Literaturrecherche soll Basiswissen über die standardisierte Reifeprüfung erarbeitet werden. Hierzu zählt das allgemeine System bezüglich Kompetenzen, Aufgabenstellungen und Lösungswege sowie Punktevergabe zu beschreiben. Des Weiteren sollen Gesetzmäßigkeiten offengelegt werden. Die Lehrpläne für das Fach (Angewandte) Mathematik bieten außerdem eine Grundlage.

Im zweiten Teil sollen die standardisierten Aufgabenstellungen der AHS sowie BHS genauer betrachtet und auf den Typ der Fragestellungen, die Lösungswege inkl. Punktevergabe, die inhaltlichen Kompetenzen, die Themengebiete als auch die verschiedenen Kontexte analysiert werden. Anschließend wird eine Gegenüberstellung der AHS- und BHS-Aufgaben, wodurch Zusammenhänge und Differenzen dargelegt werden, folgen.

Im letzten Schritt sollen die wichtigsten Erkenntnisse noch einmal zusammengefasst und ein Ausblick für die Zukunft gegeben werden.

Verwendung sollen hier die AHS- und BHS-Aufgabenstellungen aus den Jahren 2018 und 2019 finden.

2. Allgemeiner Teil

Die in Österreich umgangssprachlich Matura genannte Abschlussprüfung wird offiziell als Reifeprüfung bezeichnet und wurde 1849 von Franz Serafin Exner und Hermann Bonitz in die Welt gerufen. Sie bezeichnet unter anderem den Schulabschluss, welcher damit erworben wird. In Österreich, Liechtenstein, der Schweiz sowie Südtirol wird der Begriff Matura verwendet, wogegen man in Deutschland von dem Abitur und in Frankreich von dem Baccalauréat spricht. Mit dem erworbenen Zeugnis besitzt der Absolvent beziehungsweise die Absolventin die Hochschulreife und erfüllt damit auch die Voraussetzung zur Zulassung für ein Universitäts- oder Hochschulstudium. Ansonsten müsste eine Berufsreife- oder Studienberechtigungsprüfung abgelegt werden.¹

Die Reifeprüfung überprüft Fähigkeiten, die an höheren Schulen ab der 9. Schulstufe erworben werden. Zu finden sind diese im jeweiligen Lehrplan. Die Matura besteht aus schriftlichen und mündlichen Teilprüfungen und wird am Ende einer höheren Schule bestritten. Eine allgemeinbildende höhere Schule (AHS) wird nach der 12. Schulstufe mit der Reifeprüfung abgeschlossen, während eine berufsbildende höhere Schule (BHS) nach der 13. Schulstufe mit einer Reife- und Diplomprüfung abgeschlossen wird. Diese stellt eine Kombination aus Hochschulreife und zusätzlichem Berufsabschluss dar.

Die Bestimmungen aus 1992/1993 finden bis heute sehr ähnliche Anwendung: Es gibt sieben Teilprüfungen (teilweise schriftliche, teilweise mündlich). Deutsch, eine Fremdsprache sowie Mathematik sind verpflichtende schriftliche Prüfungen. Eine Fremdsprache sowie weitere Gegenstände sind für die mündliche Matura wählbar. Außerdem ist eine Facharbeit im Umfang von 20 – 25 Seiten zu verfassen, welche bei der mündlichen Reifeprüfung präsentiert und anschließend diskutiert werden soll. Das Verfassen einer schriftlichen Hausarbeit existiert bereits seit 1924. Die Thematik konnte damals wie heute von dem Schüler beziehungsweise der Schülerin selbst gewählt werden.^{2 3}

¹ Vgl. Gemeinnütziger Verein "Freunde des Austria-Forums - Verein zur Förderung der digitalen Erfassung von Daten mit Österreichbezug". (2020). *Matura*.

² Vgl. Loebenstein, E. (1948). 100 Jahre Unterrichtsministerium 1848 – 1948. Festschrift des Bundesministeriums für Unterricht in Wien, S. 114ff.

³ Vgl. Feigl, S. (1993). Maturareform konkret: Informationen zur AHS-Reifeprüfung.

2.1 Warum standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung?

Die Aufgabenstellungen des schriftlichen Teils waren im alten System für jede einzelne Klasse individuell, da sie von der Lehrperson selbst zusammengestellt wurden. Die mündlichen Fragestellungen waren von Prüfling zu Prüfling unterschiedlich, um Weitersagen zu vermeiden. Lehrende haben somit bedenkenlos rein die Schwerpunkte des selbst gehaltenen Unterrichts abfragen können. Das Zentralabitur in manchen deutschen Bundesländern sowie auch das französische Baccalauréat (= Matura in Österreich) stellten das absolute Gegenteil zum österreichischen System dar.

Die, von der Lehrperson zusammengestellten, Prüfungsaufgaben mussten beim Landesschulrat (LSR)/Stadtschulrat (SSR)/Fachinspektor (FI) eingereicht und von diesem bestätigt werden, ebenso geschah es um die Benotungen der schriftlichen Prüfungen. Die mündlichen Reifeprüfungen fanden vor schuleigenen Lehrpersonen, der Direktion, sowie einer fachlichen Kommission statt. Durch die individuelle Erstellung der Aufgabenstellungen sowie Benotungen konnte jedoch kein einheitliches Niveau der Maturanten und Maturantinnen erzielt werden. Dieses System verbarg weitere Probleme, wie auch Ungerechtigkeit, Unvergleichbarkeit und nicht genormte Leistungen. Dies konnte zu Einsprüchen, unfair behandelten Prüfungen sowie subjektiver Notenvergabe führen. Für ein Hochschulstudium an einer Universität oder Fachhochschule ist es für den weiteren Wissenserwerb ebenso wichtig, dass das Einstiegsniveau grundsätzlich dasselbe ist. Auch für die spätere berufliche Laufbahn soll ein schulischer Notenvergleich von Seiten der Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen durchführbar sein – dies war bei dem nicht-normierten System keinesfalls möglich. Allerdings sollen die angeführten Argumente nicht unbedingt für die Einführung der Zentralmatura sprechen. Weitere Erfahrungswerte in positiver und negativer Hinsicht werden in Kapitel 2.7 angeführt.

Seit dem Schuljahr 2014/15 wird die Reifeprüfung in der AHS und seit 2015/16 ebenso die Reife- und Diplomprüfung der BHS teilsentral durchgeführt. Die Balance zwischen freien Arbeitsformen (VWA, Diplomarbeit) und standardisierten Prüfungen war nun ausgeglichen. Es wurde eine Standardisierung der schriftlichen Prüfungen vollzogen, um eine Vergleichbarkeit der Bildungsabschlüsse, Regulation und faire Benotung zu

erreichen. Das bedeutet, dass alle Schüler und Schülerinnen österreichweit an allen Schulen an demselben Tag dieselbe Prüfung ablegen. Die darin vorkommenden Aufgabenstellungen sind je nach Schultyp (allgemein höhere Schulen AHS, höhere technische Lehranstalten HTL mit sechs Clustern, Handelsakademien HAK, humanberufliche Schulen HUM, Bildungsanstalten für Kindergarten- beziehungsweise Sozialpädagogik BAKIP beziehungsweise BASOP, höhere Schulen für Land- und Forstwirtschaft HLFS) unterschiedlich und mit geregelter Punktevergabe versehen. In Deutsch ist die Reifeprüfung in allen Schultypen dieselbe. Hiermit soll eine österreichweite Vergleichbarkeit der Leistungen ermöglicht werden.

Diese Gleichstellung kann jedoch nur mit einer normierten Basis möglich sein. Man bezeichnet sie als sogenannte (Grund-)Kompetenzen, welche zentral und vergleichbar sind (siehe Kapitel 2.3). Außerdem soll das Wissen sowie die Fähigkeiten durch die Kompetenzorientierung länger erhalten bleiben und nachhaltig verfügbar sein.^{4 5 6}

2.2 Das System Zentralmatura in Österreich

Seit 2009 wurde von einer neuen standardisierten Matura gesprochen. Bereits damals wurde eine Novelle zum Schulunterrichtsgesetz (SchuG) von Seiten des Nationalrates beschlossen. Die erste Durchführung war für das Schuljahr 2013/14 in den AHS vorgesehen. Da von Seiten der Lernenden, Lehrenden, Eltern als auch Experten und Expertinnen zu viel Kritik geäußert wurde, hat man den Beginn um ein Jahr verschoben, also auf das Schuljahr 2014/15, in welchem die standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung auch tatsächlich stattgefunden hat. Die BHS starteten im Schuljahr 2015/16 mit dem ersten Durchgang. Durch die neuen kompetenzorientierten Aufgabenstellungen ist mehr Vorbereitung von Seiten der Lehrpersonen notwendig, um die Schüler und Schülerinnen auf das nötige Niveau zu bringen. Die gesamten vier beziehungsweise fünf Schuljahre in der Oberstufe sollen kompetenzorientierte Aufgaben geübt werden, um die Lernenden auf die Zentralmatura vorzubereiten.

⁴ Vgl. Gemeinnütziger Verein "Freunde des Austria-Forums- Verein zur Förderung der digitalen Erfassung von Daten mit Österreichbezug". (2020). *Matura*.

⁵ Vgl. BMBWF [Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung]. (2021). *Mathematik*.

⁶ Vgl. BMBWF. (2021). *Standardisierte, kompetenzorientierte Reifeprüfung an BHS*.

Zugelassen wird man zur Reifeprüfung, wenn die 12. Schulstufe (8. Klasse) positiv absolviert wurde. Schüler und Schülerinnen, die eine negative Beurteilung haben, können bereits im Frühjahr eine Wiederholungsprüfung in diesem Gegenstand ablegen. Ist diese Prüfung positiv, darf der Schüler beziehungsweise die Schülerin zu den schriftlichen als auch mündlichen Klausuren antreten. Bei negativem Ausfall kann dieselbe Vorgehensweise noch einmal beim 1. Nebentermin der Reifeprüfung stattfinden.⁷

2.2.1 AHS

Die standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung besteht insgesamt aus sieben Prüfungsgebieten, welche auf drei unabhängigen Säulen aufgeteilt sind. Die erste Säule bildet die VWA, welche im Rahmen der mündlichen Matura präsentiert und diskutiert werden soll. Begonnen wird mit der Themen- und Betreuungswahl bereits in der 7. Klasse. Ein Exposé der Arbeit muss über die Genehmigungsdatenbank des BMBWF bestätigt werden. Die Schüler und Schülerinnen verfassen in Einzelarbeit eine Arbeit, wobei sie regelmäßig von der Betreuungsperson unterstützt werden. Mit maximal 60.000 Zeichen (inkl. Leerzeichen, Quellenbelege im Text und Fußnoten, ausgenommen Vorwort, Inhalts-, Literatur- und Abkürzungsverzeichnis) ist die Arbeit fertig und kann ebenfalls der Genehmigungsdatenbank vorgelegt werden. Der Abgabetermin ist fixiert mit dem Ende der ersten Woche im zweiten Semester der letzten Schulstufe.

Im Zuge einer mündlichen Präsentation wird die Arbeit vor einer Kommission in fünf bis sieben Minuten vorgestellt und anschließend diskutiert (insgesamt 10 – 15 Minuten). Die Prüfungskommission beurteilt im Anschluss.

Die zweite Säule stellen die schriftlichen Prüfungen inklusiver mündlicher Kompensationsprüfungen dar. Die Schüler und Schülerinnen haben die Wahl zwischen drei oder vier schriftlichen Teilprüfungen (je nachdem dann drei oder zwei mündliche Prüfungen). Pflicht sind die Fächer Mathematik, Unterrichtssprache (Deutsch, Kroatisch, Slowenisch, Ungarisch) sowie eine lebende Fremdsprache (Englisch, Französisch, Italienisch, Spanisch, etc.) und optional als vierte Teilprüfung eine weitere lebende Fremdsprache oder ein anderes Prüfungsgebiet, welches

⁷ Vgl. BMBWF. (2021). *Standardisierte, kompetenzorientierte Reifeprüfung an BHS.*

ebenso die Bedingungen für eine schriftliche Prüfung erfüllt. Die zuvor angeführten Fächer werden vom BMBWF [Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung] zentral ausgegeben. Für die Unterrichtssprache beträgt die Bearbeitungszeit 300 Minuten, für die lebende Fremdsprache 270 Minuten, für Mathematik 270 Minuten und für die vierte Teilprüfung ebenso 270 Minuten.

Sind schriftliche Prüfungen negativ, finden mündliche Kompensationsprüfungen, welche ebenso zentral vom BMBWF zur Verfügung gestellt werden, statt. Der Maturant beziehungsweise die Maturantin hat hierfür 30 Minuten Vorbereitungszeit und eine anschließende mündliche Klausur mit max. 25 Minuten.

Die dritte Säule stellen die mündlichen Prüfungen dar, wobei hier je nach gewählten schriftlichen Teilprüfungen zwei oder drei bestritten werden müssen. Die Prüfungsgebiete können im Laufe der 8. Klasse selbstständig gewählt werden. Voraussetzung für die Wahl eines Faches bildet ein Mindeststundenausmaß, welches unterrichtet wurde. Die mündlichen Prüfungen finden vor Lehrpersonen, der Direktion sowie vor einer Kommission statt und dauern zwischen 10 und 20 Minuten. Dem Kandidaten beziehungsweise der Kandidatin ist zuvor mindestens 20 Minuten Vorbereitungszeit zu geben. Die hierfür benötigten Aufgabenstellungen werden nicht zentral vorgegeben, sondern von Lehrpersonen erstellt und beurteilt.⁸

2.2.2 BHS

In der BHS wird die Zentralmatura standardisierte kompetenzorientierte Reife- und Diplomprüfung genannt, welche ebenso aus sieben Prüfungsgebieten, aufgeteilt auf drei Säulen, besteht.

Die erste Säule besteht in der BHS-Matura aus der Diplomarbeit. Sie muss schriftlich in Teams von zwei bis zu fünf Personen verfasst werden und einen Umfang von bis zu 80 Seiten haben (exkl. Anhänge oder Datenblätter). Die Arbeit muss, wie auch die VWA, gewissen Qualitätskriterien entsprechen. Die Themenfestlegung geschieht zwischen Betreuungsperson und dem Team. Auch hier muss dies bereits in der vorletzten Klasse (12. Schulstufe) geschehen und anschließend von der Schulbehörde bestätigt werden. Diplomarbeiten können auch in Kooperation mit Unternehmen

⁸ Vgl. BMBWF. (2021). *Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung an AHS*.

durchgeführt werden. Anforderungen aus dem Bereich Prozess- und Projektmanagement werden an alle Diplomarbeiten gestellt. Die Kandidaten und Kandidatinnen arbeiten selbstständig mit Unterstützung der Betreuungsperson sowie durch fachtheoretische und fachpraktische Gegenstände in der 13. Schulstufe. Wichtig ist in der Verfassung vor allem die Kennzeichnung der jeweiligen Einzelleistungen der Personen, da diese auch separat beurteilt werden.

Abschluss der Diplomarbeit bildet auch hier die Präsentation und anschließende Diskussion vor einer Kommission.

Da bereits ab dem Teil der schriftlichen Prüfungen in den verschiedenen BHS-Typen differenziert wird, wird im Folgenden nur mehr die HTL als exemplarisches Beispiel angeführt.

Die schriftliche Reife- und Diplomprüfung besteht aus drei oder vier schriftlichen Teilprüfungen: Angewandte Mathematik, Deutsch und/oder Englisch und Fachtheorie. Für Deutsch beträgt die Bearbeitungszeit, wie auch in der AHS, 300 Minuten, für Englisch ebenso 300 Minuten, für Angewandte Mathematik 270 Minuten und für die Fachtheorie ebenso 300 Minuten. Wird Deutsch schriftlich absolviert, muss Englisch mündlich geprüft werden und umgekehrt. Werden hingegen beide Sprachen schriftlich abgelegt, entfällt somit eine mündliche Prüfung. Mathematik sowie die Sprachen erfolgen zentral über das BMBWF. Der fachtheoretische Teil ist nicht standardisiert, muss jedoch trotzdem der Schulbehörde vorgelegt werden.

Die Prüfung zur angewandten Mathematik variiert je nach Schulform. Bis inkl. Schuljahr 2016/17 wurden alle unterschiedlichen Formen der BHS in neun verschiedene Cluster eingeteilt, um auch die Aufgabenstellungen den ungleichen Lehrplänen, Anwendungen und Berufsausübungen anpassen zu können. Seit dem Schuljahr 2017/18 gibt es nur mehr fünf Cluster (HTL 1, HTL 2, W 1 (HLFS und HUM), W 2 (HAK) und P (BAFEP, BASOP und BRP)), die ebenso alle Schulformen abdecken. Die genauere Auflistung der einzelnen Cluster und den beinhalteten Schulformen kann dem Dokument „Cluster-Einteilung Angewandte Mathematik (BHS) gültig ab Matura-Prüfungstermine 2017/18 Stand: 28. Jänner 2019“ vom BMBWF entnommen werden. Festgehalten werden muss hier jedoch, dass die Aufgabenstellungen nur in den Typ-B-Aufgaben variieren, die Typ-A-Aufgaben sind in allen Clustern dieselben. Dieser Aufbau spricht für das einerseits allgemeine gleiche Niveau aller BHS-Absolventen

und Absolventinnen sowie andererseits für die spezielle Wissensanwendung in den jeweiligen Schwerpunkten der Schulen.

Die dritte Säule stellen auch hier die mündlichen Klausuren dar. Je nach Wahl der Anzahl der schriftlichen Prüfungen werden zwei oder drei mündliche Prüfungen absolviert. Eine davon muss einen technischen Schwerpunkt haben und eine ist ein Wahlfach, welche von dem Kandidaten beziehungsweise der Kandidatin aus einem Katalog auszusuchen ist. Die dritte Prüfung würde, wenn noch nicht schriftlich absolviert, Deutsch oder Englisch darstellen.

Für jedes Prüfungsgebiet werden von den Lehrpersonen 20 bis 25 lernzielorientierte Themenbereiche für die Reife- und Diplomprüfung ausgewählt. Die Kandidaten und Kandidatinnen können daraus zwei Gebiete ziehen und eines davon auswählen. Die Lehrperson stellt dem Prüfling Fragen, welche nach einer 30-minütigen Vorbereitungszeit beantwortet werden müssen.⁹

2.2.3 Standardisierte schriftliche Teilprüfung in (Angewandter) Mathematik

In der AHS erfolgt eine standardisierte schriftliche Prüfung im Fach Mathematik, wogegen in der BHS das Fach Angewandte Mathematik geprüft wird.

2.2.3.1 AHS

Ziel ist auch hier die Sicherung von Grundkompetenzen: Es gibt allgemein zwei Typen von Aufgabenstellungen: Typ-1-Aufgaben und Typ-2-Aufgaben. Ersteres stellen 24 Aufgabenstellungen dar, welche auf die Grundkompetenzen aus dem Grundkompetenzenkatalog (siehe Kapitel 2.3) spezialisiert sind. Bei den anderen Aufgaben werden vier bis sechs angeführt, welche die Grundkompetenzen miteinander vernetzen und diese kontextbezogen angewendet werden sollen.

⁹ Vgl. BMBWF. (2021). *Standardisierte, kompetenzorientierte Reifeprüfung an BHS.*

Laut Leistungsbeurteilungsverordnung (LBVO)¹⁰ sollen die Typ-1-Aufgaben den „wesentlichen Bereich“¹¹ abdecken, wogegen die Typ-2-Aufgaben die „(weit) über das Wesentliche hinausgehenden Bereiche“¹² darstellen.¹³

Laut § 18. (1) der Gesamten Rechtsvorschrift für Prüfungsordnung AHS ist „den Prüfungskandidatinnen und Prüfungskandidaten eine Aufgabenstellung mit zwei voneinander unabhängigen Aufgabenbereichen schriftlich vorzulegen. Ein Aufgabenbereich hat mehrere voneinander unabhängige Aufgaben in grundlegenden Kompetenzbereichen zu betreffen (Grundkompetenzen). Der zweite Aufgabenbereich hat voneinander unabhängige Aufgaben, die in Teilaufgaben gegliedert sein können, in vertieften Kompetenzbereichen mit kontextbezogenen oder innermathematischen Problemstellungen zur Vernetzung und eigenständigen Anwendung von Grundkompetenzen sowie deren weitergehenden Reflexion zu beinhalten (Vernetzung von Grundkompetenzen).“¹⁴

Außerdem (3) „[b]ei der Bearbeitung beider Aufgabenbereiche sind der Einsatz von herkömmlichen Schreibgeräten, Bleistifte, Lineal, Geo-Dreieck und Zirkel sowie die Verwendung von einer Formelsammlung, die vom zuständigen Regierungsmitglied für die Klausurarbeit freigegeben wird, und elektronischen Hilfsmitteln zulässig. Die Minimalanforderungen an elektronische Hilfsmittel sind grundlegende Funktionen zur Darstellung von Funktionsgraphen, zum numerischen Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen, zur Ermittlung von Ableitungs- beziehungsweise Stammfunktionen, zur numerischen Integration sowie zur Unterstützung bei Methoden und Verfahren in der Stochastik.“¹⁵

2.2.3.2 BHS

BHS haben einen Auftrag, den Schülern und Schülerinnen einen höhere allgemeine und fachliche Bildung zu vermitteln, mit dieser sie einen gehobenen Beruf auf technischem, gewerblichem, kunstgewerblichem, kaufmännischem, hauswirtschaftlichem und sonstigem wirtschaftlichen oder elementar- und

¹⁰ RIS [Rechtsinformationssystem des Bundes]. (2021). *Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Leistungsbeurteilungsverordnung, Fassung vom 27.01.2021.*

¹¹ Ebd.

¹² Ebd.

¹³ Vgl. BMBWF. (2021). *Mathematik.*

¹⁴ RIS. (2021). *Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Prüfungsordnung, AHS, Fassung vom 27.01.2021.*

¹⁵ Ebd.

sozialpädagogischen Gebiet beziehungsweise auf land- und forstwirtschaftlichem Gebiet befähigt und sie zugleich zur Universitätsreife zu führen. Diese Aufgabe bringt die Mathematik der BHS zur Anwendungsorientierung und wird deshalb als Angewandte Mathematik bezeichnet.

Die Aufgabenstellungen werden in zwei Teile gegliedert. Der Teil A ist ähnlich den Typ-1-Aufgaben der AHS und fragt Grundkompetenzen laut dem Grundkompetenzenkatalog ab. Es sind mindestens vier voneinander unabhängige Aufgaben enthalten, welche schulformübergreifend sind und die Handlungsdimensionen Operieren (und Technologieeinsatz), Dokumentieren und Interpretieren beinhalten. Der Teil B ist schulform- beziehungsweise clusterspezifisch und besteht aus mindestens zwei voneinander unabhängigen Aufgabenstellungen. Es handelt sich hier um kontextbezogene Aufgaben, die je nach einzelner BHS-Fachrichtung entwickelt werden.

Laut §17. (1) der Gesamten Rechtsvorschrift für Prüfungsordnung BMHS ist „den Prüfungskandidatinnen und Prüfungskandidaten eine Aufgabenstellung mit zwei voneinander unabhängigen Aufgabenbereichen schriftlich vorzulegen. Ein Aufgabenbereich hat mehrere voneinander unabhängige Aufgaben in den wesentlichen Lehrplanbereichen „Modellbilden“, „Operieren“, „Interpretieren“ und „Argumentieren“ zu betreffen (Grundkompetenzen). Der zweite Aufgabenbereich hat voneinander unabhängige Aufgaben, die in Teilaufgaben gegliedert sein können, mit kontextbezogenen Problemstellungen der Schulart, der Fachrichtung oder des Ausbildungszweiges und deren weitergehenden Reflexionen zu beinhalten (fachliche Vertiefung).“¹⁶

Außerdem (3) „Bei der Bearbeitung beider Aufgabenbereiche sind der Einsatz von herkömmlichen Schreibgeräten, Bleistiften, Lineal, Geo-Dreieck und Zirkel sowie die Verwendung von approbierten Formelsammlungen und elektronischen Hilfsmitteln zulässig. Die Minimalanforderungen an elektronische Hilfsmittel sind grundlegende Funktionen zur Darstellung von Funktionsgraphen, zum numerischen Lösen von

¹⁶ RIS. (2021). *Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Prüfungsordnung, BMHS, Fassung vom 27.01.2021.*

Gleichungen und Gleichungssystemen, zur Matrizenrechnung, zur numerischen Integration sowie zur Unterstützung bei Methoden und Verfahren in der Stochastik.“¹⁷

Da hier nun eine Differenzierung der einzelnen Cluster vorgenommen wird, wird im Folgenden nur mehr der Cluster HTL 2 (u. a. Maschinenbau, Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen) betrachtet. Im späteren Arbeitsteil werden nur die Typ-A-Aufgaben zur Analyse herangezogen, wodurch wird die Differenzierung an diesem Punkt (siehe Kapitel 3. Aufgabenanalyse) wieder aufgehoben wird.¹⁸

2.3 Bildungsstandards und (Grund-)Kompetenzen

In der neuen Reifeprüfung geht es allgemein darum, gewisse Kompetenzen abzufragen, welche im Laufe der Unterrichtszeit erworben werden sollen. Kompetenzorientierte Aufgabenstellungen beinhalten sowohl einen Reproduktionsaspekt und einen Transferaspekt als auch einen Reflexions- und Problemlöseaspekt. Die neue Reifeprüfung stellt also nicht mehr eine reine Reproduktion des Unterrichts dar. Um die Erlernung der Kompetenzen zu fördern, orientiert man sich an sogenannten Bildungsstandards. Mittels dieser werden Fähigkeiten und Kenntnisse der Schüler und Schülerinnen verstanden, die sie in einer bestimmten Jahrgangsstufe in den Hauptfächern und Fremdsprachen beherrschen sollen.¹⁹ Durch diese Könnensbeschreibungen soll sich auch der Unterricht in den jeweiligen Fächern verändern und kompetenzorientierter gestaltet werden. Mithilfe der Bildungsstandards sollen fachliche Kompetenzen für ein nachhaltiges und lebenslanges Lernen erworben werden.

Der angesprochene Kompetenzbegriff wurde von Franz E. Weinert (2001) entwickelt und wird von ihm wie folgt definiert:

„[U]nter Kompetenzen [versteht man] die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen

¹⁷ RIS. (2021). *Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Prüfungsordnung, BMHS, Fassung vom 27.01.2021.*

¹⁸ Vgl. BMBWF. (2021). *Angewandte Mathematik.*

¹⁹ Vgl. Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., et al. (2003). Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise. In BMBF [Bundesministerium für Bildung und Forschung] (Hrsg.), *Expertise. Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandard*, S. 9f.

Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.”²⁰

Es geht also darum, dass die erlernten Kompetenzen den Schülern und Schülerinnen ein zielgerichtetes und verantwortungsvolles Handeln ermöglichen.²¹

Da für die vorliegende Arbeit nur die Kompetenzen für die Reifeprüfung der AHS sowie jene für die Reife- und Diplomprüfung der HTL wesentlich sind, wird sich die folgende Erläuterung darauf beschränken.

2.3.1 AHS

In der AHS gibt es vier Inhaltsbereiche aus der Sekundarstufe 2, welche bei der neuen Reifeprüfung abgefragt werden: Algebra und Geometrie, Funktionale Abhängigkeiten, Analysis, Wahrscheinlichkeit und Statistik. Jede Grundkompetenz weist einzelne Kompetenzen auf, wie man aus der folgenden Abbildung beispielhaft entnehmen kann (siehe Abbildung 1).

Vektoren

AG 3.1 Vektoren als Zahlentupel verständig einsetzen und im Kontext deuten können

AG 3.2 Vektoren geometrisch (als Punkte bzw. Pfeile) deuten und verständig einsetzen können

Abbildung 1: Auszug einer Grundkompetenz mit untergeordneten Kompetenzen²²

Der Inhaltsbereich Algebra und Geometrie beinhaltet die Grundkompetenz Vektoren, welche wiederum einzelne Kompetenzen aufweist.

Es wurde hierzu ein eigener Grundkompetenzenkatalog von Experten und Expertinnen im Auftrag des BMBWF erstellt.

2.3.2 BHS

In der BHS unterscheidet man zwischen der Handlungs- und der Inhaltsdimension. Inhaltliche Bereiche sind hierbei Zahlen und Maße, Algebra und Geometrie, Funktionale Zusammenhänge, Analysis und Stochastik. Weiters unterscheidet man

²⁰ Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit, S. 27f.

²¹ Vgl. BIFIE [Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens]. (2020). ZIELBILD: WISSEN, KÖNNEN UND WOLLEN. Kompetenzmodelle und Bildungsstandards.

²² BMBWF. (2019). Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik. Inhaltliche und organisatorische Grundlagen zur Sicherung mathematischer Kompetenzen, S. 8.

vier Handlungsdimensionen: Modellieren und Transferieren, Operieren und Technologieeinsatz, Interpretieren und Dokumentieren sowie Argumentieren und Kommunizieren. Jede Dimension weist eigene Definitionen und charakteristische Tätigkeiten auf. Insgesamt ergibt sich folgender Raster (siehe Abbildung 2):

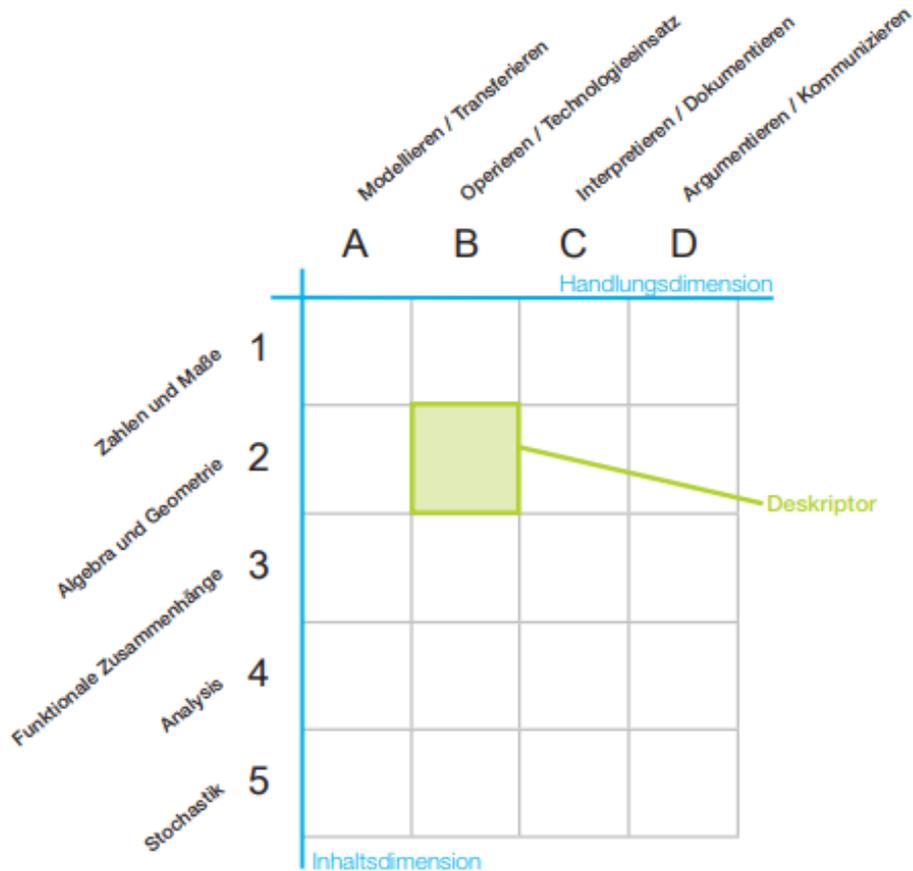


Abbildung 2: Handlungs- und Inhaltsdimensionen²³

Im Teil B wird auch hier zwischen den einzelnen Clustern unterschieden. So weist beispielsweise Cluster HTL 2 zum Teil andere Kompetenzen als Cluster W 1 auf.

2.4 Antwortformate

Da die schriftliche Reifeprüfung standardisiert abläuft, sind auch die vorkommenden Antwortformate genau definiert.

²³ BMBWF. (2019). *Die Kompetenzkataloge*, S. 1.

2.4.1 AHS

In der AHS unterscheidet man zwischen folgenden Antwortformaten²⁴:

- Offenes Antwortformat:

Die Bearbeitung der Aufgaben ist je nach Aufgabenstellung variabel, erfolgt jedoch durch die schriftliche Beantwortung des Maturanten beziehungsweise der Maturantin.

- Halboffenes Antwortformat:

Es sind Teile der Beantwortung vorgegeben. Die schriftliche Antwort muss richtig in die Gleichung, Funktion, etc. eingesetzt werden.

- Konstruktionsformat:

Hier ist eine Abbildung, eine Grafik, ein Diagramm, etc. vorgegeben. Je nach Aufgabenstellung muss etwas ergänzt, eingetragen, konstruiert, o. Ä. werden.

- Multiple-Choice-Antwortformat:

- 2 von 5

Eine Fragestellung und fünf Antwortmöglichkeiten. Es gibt zwei richtige Antworten und drei falsche. Die Aufgabenstellung wird als korrekt beurteilt, wenn ausschließlich die beiden zutreffenden Antworten angekreuzt werden.

- 1 aus 6

Eine Fragestellung und sechs Antwortmöglichkeiten. Es gibt nur eine richtige Antwort. Die Aufgabenstellung wird als korrekt beurteilt, wenn ausschließlich die richtige Antwort angekreuzt wird.

- Lückentext:

Es wird ein Satz mit zwei Lücken angegeben. Für jede Lücke gibt es drei Antwortmöglichkeiten, welche darunter angeführt sind. Die Aufgabenstellung wird als korrekt beurteilt, wenn beiden Lücken die jeweils richtige Antwort zugewiesen wird.

- Zuordnungsformat:

Es gibt hier vier Aussagen und sechs Antwortmöglichkeiten, welche mit A bis F beschriftet sind. Jeder Aussage soll eine Antwort zugeordnet werden. Zwei

²⁴ Vgl. BMBWF. (2019). *Antwortformate SRP. Mathematik (AHS)*, S. 1ff.

unpassende Antworten bleiben übrig. Werden allen Vieren richtige Buchstaben zugeordnet, gilt die Aufgabe als korrekt.

2.4.2 BHS

In der BHS werden grundsätzlich dieselben Antwortformate verwendet. Es gibt nur ein paar kleine Unterschiede: Bei den Multiple-Choice-Antwortformaten gibt es lediglich 1 aus 5 Formate, welche somit eigentlich Single-Choice-Antwortformate darstellen. Die Zuordnungsformate werden im Format 2 zu 4 (statt 4 zu 6 in der AHS) gegeben. Man hat also nur zwei Aussagen und vier Antwortmöglichkeiten.²⁵

2.5 Beurteilungen

Die Lehrpersonen korrigieren die Reifeprüfung nicht zur Gänze selbstständig, wie es in der alten Matura der Fall war, sondern erhalten spezielle Anleitungen zur Beurteilung der Aufgaben. Diese werden am Tag der schriftlichen Reifeprüfung ausgegeben. Für jede Aufgabenstellung sind hier genaue Lösungserwartungen sowie ein Lösungsschlüssel vorzufinden.

2.5.1 AHS

Die Typ-1-Aufgaben der AHS können entweder mit 0 Punkten oder mit 1 Punkt beziehungsweise 0 Punkten, $\frac{1}{2}$ oder 1 Punkt bewertet werden. Es wird angegeben, welche Aufgaben mit halben Punkten versehen werden können. Bei der Korrektur soll das Augenmerk auf die Erreichung der Grundkompetenzen liegen.

Die Typ-2-Aufgaben können mit 0, 1 oder 2 Punkten bewertet werden. Zusätzlich gibt es hier mit A gekennzeichnete Aufgabenstellungen, welche mit 0 Punkten oder 1 Punkt bewertet werden müssen und in der Gesamtbeurteilung den Typ-1-Aufgaben zuzurechnen sind. Es müssen von diesen A-Aufgaben mindesten vier existieren.²⁶

Ein Beispiel aus dem Korrekturheft stellt folgende Abbildung dar:

²⁵ Vgl. BMBWF. (2019). *Antwortformate SRDP. Angewandte Mathematik (BHS)*, S. 1ff.

²⁶ Vgl. BMBWF. (2021). *Mathematik*.

Aufgabe 12

Graphen zweier Winkelfunktionen

Lösungserwartung:

①		②	
$a_1 \leq a_2 \leq 2 \cdot a_1$	<input checked="" type="checkbox"/>	$b_1 \leq b_2 \leq 2 \cdot b_1$	<input checked="" type="checkbox"/>

Lösungsschlüssel:

Ein Punkt ist genau dann zu geben, wenn für jede der beiden Lücken ausschließlich der laut Lösungserwartung richtige Satzteil angekreuzt ist. Ist nur für eine der beiden Lücken der richtige Satzteil angekreuzt, ist ein halber Punkt zu geben.

Abbildung 2: Lösungserwartung und -schlüssel [0/½/1 Punkt] einer Beispielaufgabe (AHS)²⁷

Jede unabhängige Teilaufgabe wird separat mit dem oben angeführten Punkteschema bewertet.²⁸

Zur Gesamtbeurteilung gibt es zwei verschiedene Wege. Da es 24 Teil-1-Aufgaben und 4 mit A gekennzeichnete Typ-2-Aufgaben gibt sind hierbei $24 + 4 = 28$ Punkte zu erreichen. Wenn von diesen mindestens 16 Punkte erreicht werden, gilt folgender Beurteilungsschlüssel:

Note	Punkte
Genügend	16 – 23,5 Punkte
Befriedigend	24 – 32,5 Punkte
Gut	33 – 40,5 Punkte
Sehr gut	41 – 48 Punkte

Tabelle 1: Beurteilungsschlüssel AHS²⁹

²⁷ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Haupttermin 2018/19 – Mathematik (AHS), S. 14.

²⁸ Vgl. BMBWF. (2021). *Mathematik*.

²⁹ Vgl. ebd.

Wurden weniger als 16 Punkte von diesen Aufgaben erreicht, aber insgesamt mindestens 24 Punkte (24 Typ-1-Aufgaben und 4 Typ-2-Aufgaben) gilt folgender Beurteilungsschlüssel (ansonsten folgt die Beurteilung „Nicht genügend“):

Note	Punkte
Genügend	24 – 28,5 Punkte
Befriedigend	29 – 35,5 Punkte

Tabelle 2: Beurteilungsschlüssel AHS³⁰

Ab 36 erreichten Punkten gilt der erste angeführte Beurteilungsschlüssel³¹.

2.5.2 BHS

Teil-A-Aufgaben bestehen aus mindestens einer Teilaufgabe, welche jeweils mindestens eine Handlungsanweisung beinhaltet. Jede dieser Handlungsanweisungen kann mit 0, 1 oder 2 Punkten bewertet werden.

Ebenso verhält es sich mit den Typ-B-Aufgaben, wobei jeweils 0, 1, 2 oder 3 Punkte vergeben werden können.³²

In der BHS gibt es nur einen Weg zur Gesamtbeurteilung:

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

Tabelle 3: Beurteilungsschlüssel BHS³³

³⁰ Vgl. BMBWF. (2021). *Mathematik*.

³¹ Vgl. ebd.

³² Vgl. BMBWF. (2020). *Korrektur- und Beurteilungsanleitung zur SRDP Angewandte Mathematik (BHS) und zur standardisierten Berufsreifeprüfung*, S. 1.

³³ Vgl. ebd., S. 2.

2.6 Themenbereiche für die neue Reifeprüfung in Mathematik

Allgemein gibt es ausgewählte Themenbereiche mit entsprechenden Unterkapitel, welche für die Reifeprüfung relevant sind. Jedem Unterkapitel werden weiters gewisse Kompetenzen zugeteilt, die von den Maturanten und Maturantinnen gekonnt werden sollen. Natürlich sollen auch die anderen, im Unterricht behandelten, Thematiken beherrscht werden, da diese zum Teil Voraussetzungen für gewisse Aufgaben darstellen als auch bei der mündlichen Matura abprüfbar sein können. Im Folgenden wird eine grobe Übersicht der Thematiken für die AHS³⁴ und BHS gegeben.

2.6.1 AHS

- Algebra und Geometrie (AG)
 - Grundbegriffe der Algebra
 - (Un-)Gleichungen und Gleichungssysteme
 - Vektoren
 - Trigonometrie
- Funktionale Abhängigkeiten (FA)
 - Funktionsbegriff, reelle Funktionen, Darstellungsformen und Eigenschaften
 - Lineare Funktion $f(x) = k \cdot x + d$
 - Potenzfunktion $f(x) = a \cdot x^z + b, z \in \mathbb{Z}$ oder mit $f(x) = a \cdot x^{\frac{1}{2}} + b$
 - Polynomfunktion $f(x) = \sum_{i=0}^n a_i \cdot x^i$ mit $n \in \mathbb{N}$
 - Exponentialfunktion $f(x) = a \cdot b^x$ beziehungsweise $f(x) = a \cdot e^{\lambda \cdot x}$ mit $a, b \in \mathbb{R}^+, \lambda \in \mathbb{R}$
 - Sinusfunktion, Cosinusfunktion
- Analysis (AN)
 - Änderungsmaße
 - Regeln für das Differenzieren
 - Ableitungsfunktion/Stammfunktion
 - Summation und Integral
- Wahrscheinlichkeit und Statistik (WS)
 - Beschreibende Statistik

³⁴ BMBWF. (2021). *Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik. Inhaltliche und organisatorische Grundlagen zur Sicherung mathematischer Kompetenzen*, S. 9ff.

- Wahrscheinlichkeitsrechnung
- Wahrscheinlichkeitsverteilungen
- Schließende/beurteilende Statistik

2.6.2 BHS (HTL Cluster 2)

In der BHS werden fünf große Kapitel angeführt: Hierzu werden jeweils mehrere Kompetenzen, ohne jegliche Angabe von Unterkapitel, angeführt. Diese Auflistung ist für alle Schultypen der BHS dieselbe und stellt die Anforderungen der Teil-A-Aufgaben dar. Für die Teil-B-Aufgaben werden noch zusätzliche Kompetenzen gefordert, welche clusterübergreifend sowie clusterspezifisch sein können.^{35 36}

Allgemein besteht die Reifeprüfung aus folgenden Themen³⁷:

- Zahlen und Maße
- Algebra und Geometrie
- Funktionale Zusammenhänge
- Analysis
- Stochastik

2.7 Erfahrungen mit dem System Zentralmatura

2.7.1 Pro-Argumente

Für die standardisierte kompetenzorientierte Reife(und Diplom-)prüfung spricht, wie der Name bereits verrät, die Standardisierung sowie die Kompetenzorientierung. Durch jene soll ein Vergleich der Noten verschiedener Schulen und Klassen möglich sein. Weiters wird dadurch eine Basis für den eventuellen Universitätseinstieg geschaffen, an welchen sich die Curricula orientieren können. Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen haben dadurch die Möglichkeit, Entscheidungen auch aufgrund der Noten zu fällen, was in den vergangenen Jahren, aufgrund der Individualität sowie subjektiven Beurteilungen, nicht realistisch möglich war.³⁸

³⁵ Vgl. BMBWF. (2019). *Mathematische Grundkompetenzen im gemeinsamen Kern. Gültig ab den Matura-Prüfungsterminen 2017/2018*, S. 1ff.

³⁶ Vgl. BMBWF. (2019). *Schulformspezifische Kompetenzen und Begriffe im Cluster HTL 2. Gültig ab den Matura-Prüfungsterminen 2017/18*, S. 1ff.

³⁷ Vgl. BMBWF. (2019). *Mathematische Grundkompetenzen im gemeinsamen Kern. Gültig ab den Matura-Prüfungsterminen 2017/2018*, S. 1ff.

³⁸ Vgl. R. Winkler (2016). *Zentralmatura – quo vadis?*, Heft Nr. 49, S. 2ff.

Erinnert man sich an das alte System der Reifeprüfung zurück, kann man feststellen, dass es reichte, sich für die deren Absolvierung auf gewisse Aufgabentypen vorzubereiten. Da die Aufgaben von dem jeweiligen Mathematiklehrer beziehungsweise der jeweiligen Mathematiklehrerin selbst zusammengestellt wurden, war das Schema für die Schüler und Schülerinnen bereits bekannt. Dies führte dazu, dass es nicht zwingend nötig war, das Stoffgebiet tiefergehend zu verstehen.^{39 40}

Die Noten sollen durch die Standardisierung wieder mehr an Wert bekommen. Um ein „Gut“ oder ein „Sehr gut“ zu erhalten, muss ein tieferes mathematisches Verständnis bei dem Maturanten beziehungsweise der Maturantin vorhanden sein.

Durch die Kompetenzorientierung sollen außerdem nicht nur kurzfristig erlernte Fähigkeiten abgeprüft werden, sondern längerfristiges Wissen, welches auch zum Aspekt der Allgemeinbildung zählen soll. Durch das angestrebte bundesweite Mindestniveau sollen alle Absolventen und Absolventinnen auf demselben Level für den weiteren Berufs- und Studienweg vorbereitet sein.⁴¹

Die Fairness ist ebenso ein sehr wesentlicher Punkt, der für die Zentralmatura spricht. Im Vergleich zum alten System, in welchem Schüler und Schülerinnen oft ihre Aufgabenstellungen untereinander verglichen und auf das Schwierigkeitsgrad untersuchten, kann in der neuen Reifeprüfung niemand mehr über Unfairness klagen. Alle Schüler und Schülerinnen desselben Schultyps erhalten dieselben Aufgabenstellungen. Der vorgegebene Beurteilungsschlüssel macht die Benotung zudem objektiv und nicht subjektiv, wie es im alten System der Fall war.⁴²

2.7.2 Kontra-Argumente

Eine Gefahr, welche die Zentralmatura mit sich bringen kann, ist die Erstarrung. Die Entscheidungsfreiheit der Lehrer und Lehrerinnen, welche den Unterricht gestalten müssen, ist nicht mehr allzu groß. Da oft nicht alle Punkte des Lehrplanes durchgenommen werden können, haben sich Lehrer und Lehrerinnen früher für wesentliche, für die Schüler und Schülerinnen interessantere, Themen entschieden. Heute geht es alleine um die Fragestellungen und Methoden der

³⁹ Vgl. Winkler, R. (2016). Zentralmatura – quo vadis?, Heft Nr. 49, S. 2ff.

⁴⁰ Vgl. Kogelnik, L. (2015). Was für und was gegen die Zentralmatura spricht. In: STANDARD Verlagsgesellschaft m.b.H. (Hrsg.), *Schul-Politik*.

⁴¹ Vgl. R. Winkler (2016). Zentralmatura – quo vadis?, Heft Nr. 49, S. 2ff.

⁴² Vgl. ebd.

Zentralmatura, um die Schüler und Schülerinnen bestmöglich vorzubereiten. Dies schränkt zum Teil sowohl Kreativität als auch Individualität ein. Es soll darauf geachtet werden, dass es zu keinen starren Routinen kommt, welche nicht mehr dem eigentlichen Bildungsauftrag entsprechen. Hierzu muss das neue System immer in Bewegung gehalten und auch Stoffgebiete erweitert werden.⁴³

Trotz allem kann man einen genauen Vergleich zwischen altem und neuem System nicht subjektiv durchführen, da niemand beide Reifeprüfungen in derselben Situation absolvieren musste.

⁴³ Vgl. R. Winkler (2016): Zentralmatura – quo vadis?, Heft Nr. 49, S. 2ff.

3. Aufgabenanalyse

Im folgenden Teil der Arbeit sollen die Maturaaufgaben des Faches (Angewandte) Mathematik genauer analysiert werden. Dazu werden vergangene AHS- sowie BHS-Aufgabenstellungen aus Haupt- und Nebenterminen von 2018 und 2019 herangezogen.

Um diese Analyse durchführen zu können, müssen vorerst noch einige in diesem Kontext gebräuchliche Begriffe definiert werden.

3.1 Begriffsdefinition

Generell werden bei der zentralen Reifeprüfung Kompetenzen abgefragt. Dies kann einerseits durch das Abfragen einzelner innermathematischer Fertigkeiten geschehen als auch mittels in Texte eingekleideten Aufgaben. Grundsätzlich spricht man laut Greefrath, Kaiser, Blum & Borromeo Ferri (2013) von Sachrechenaufgaben, welche die Typen Textaufgaben, eingekleidete Aufgaben sowie Sachaufgaben beinhalten.⁴⁴ Textaufgaben werden in ihrer Form nur in der Schule bewältigt. Es gibt zwar ebenso realitätsnahe Beispiele, welche man im späteren Leben jedoch nie in solch einer Form präsentiert bekommt.

Von einer *Sachaufgabe* oder auch einem *Sachproblem* spricht man, wenn das Augenmerk nicht auf das Rechenverfahren, sondern auf die Situation selbst gelegt werden soll. Das Sachproblem muss vor der Bearbeitung in ein mathematisches Modell transformiert werden.

Im Gegensatz dazu nennt man die *eingekleideten Aufgaben*, welche bereits ein mathematisches Modell aufweisen und nur durch einen Text eingekleidet wurden. Durch das Anwenden von gewissen Rechenoperationen können diese Art von Aufgaben gelöst werden.

Textaufgaben werden Aufgaben genannt, in welchen, die im Text vorkommenden, Zahlenwerte richtig miteinander in Verbindung gesetzt werden müssen. Textaufgaben

⁴⁴ Vgl. Greefrath, G., Kaiser, G., Blum, W. & Borromeo Ferri, R. (2013). Mathematisches Modellieren – Eine Einführung in theoretische und didaktische Hindergründe, S. 23ff.

stellen, im Vergleich zu eingekleideten Aufgaben, komplexere Aufgabenstellungen dar. Die Rechenoperationen müssen erst aus dem Text herausgelesen werden.⁴⁵

Im Duden wird eine Textaufgabe allgemein sehr kurz definiert und zwar als „in einen Text eingekleidete Aufgabe“⁴⁶.

Für die vorliegende Arbeit ist jedoch nur die Beschäftigung mit dem Unterschied zwischen Sachrechenaufgaben und innermathematischen Aufgabenstellungen relevant. Insofern werden entsprechende Aufgaben im Folgenden, vereinfacht, als Sachaufgaben aufgefasst, wenn sie nicht durch die alleinige Abfrage innermathematischer Fertigkeiten gekennzeichnet ist. Diese Sachaufgaben können (müssen aber nicht) Zahlenangaben enthalten.⁴⁷

Da in dieser Arbeit auch Aufgaben des Faches Angewandte Mathematik (BHS) betrachtet werden, soll dieser Aufgabentypus ebenso definiert werden.

Allgemein spricht man von Angewandter Mathematik, wenn es um die mathematische Lösung eines Problems in einem anderen Kontext geht (Medizin, Physik, Chemie, etc.). Laut BMBWF meint die Anwendungsbezogenheit von Aufgaben allgemeine mathematische Bildungsziele sowie auch die Bereitstellung spezieller mathematischer Kenntnisse, Methoden und Verfahren für die Berufspraxis. Mathematische Kompetenzen sollen so bald als möglich in den berufsfeldbezogenen Kontext gestellt werden. Zudem soll der Technologieeinsatz berufsfeldgerecht gestaltet werden. Absolventen und Absolventinnen sollen eine professionelle technologische Werkzeugkompetenz im Hinblick auf das jeweilig angestrebte Berufsfeld entwickeln.⁴⁸

Speziell in der HTL wird der praxisbezogene Kontext in fachspezifischen Aufgabenstellungen untergebracht. Das Fach Angewandte Mathematik stellt hier ein Schwerpunktfach dar, welches auch allgemeine Bildungsaufgaben zum Ziel hat. Die darin erlernten Fähigkeiten und Fertigkeiten sollen den Schülern und Schülerinnen helfen, andere technische Gegenstände zu meistern. Aufgrund des Bildungsziels der

⁴⁵ Vgl. Häsel-Weide, U. (2007). Sachrechnen, S. 280ff.

⁴⁶ Dudenredaktion. (o.J.). *Textaufgabe*.

⁴⁷ Vgl. Wilhelm, N. (2016). Zusammenhänge zwischen Sprachkompetenz und Bearbeitung mathematische Textaufgaben. Quantitative und qualitative Analysen sprachlicher und konzeptueller Hürden, S. 7f.

⁴⁸ Vgl. BMBWF. (2021). *Angewandte Mathematik*.

Berufsausbildung in der BHS soll dadurch gelernt werden, fächerübergreifend zu denken sowie die Theorie mit der Praxis zu verbinden.⁴⁹

Im Folgenden werden jedoch die Begriffe Sachaufgabe und Angewandte Aufgabe synonym verwendet, da beide Typen von den rein innermathematischen Aufgaben variieren. Im späteren Teil der Aufgabenanalyse werden die Sachaufgaben spezieller untersucht und zwar, inwiefern diese bestimmten Kontexten zuordenbar sind. Variiert wird hierbei zwischen den Anwendungen Physik, Medizin und Kostenrechnung, da die meisten Aufgaben in einen dieser Bereiche fallen. Des Weiteren wird festgestellt, ob es in diesem Punkt Unterschiede zwischen den AHS- und BHS-Aufgabenstellungen gibt sowie, ob die Anwendungsorientierung des Faches Angewandte Mathematik in der BHS bestätigt werden kann.

3.2 Aufbau der Aufgabenstellungen

3.2.1 AHS-Aufgaben

Zunächst soll festgestellt werden, wie der allgemeine Aufbau der Aufgaben der zentralen Reifeprüfung aussieht. Im Anschluss daran werden die Aufgaben jeweiligen Inhaltsbereichen (siehe Kapitel 2.6) zugeordnet und es soll analysiert werden, ob gewisse Inhaltsbereiche vermehrt abgeprüft werden und wie dies im Vergleich zu den BHS-Aufgaben aussieht. Des Weiteren wird untersucht, wie viele Aufgaben der zentralen Reifeprüfung als Sachaufgaben verfasst sind und ob hier ein Unterschied zu den BHS-Aufgaben deutlich wird.

Grundsätzlich werden die Termine der Reifeprüfung Mai 2019, Jänner 2019, September 2018, Mai 2018 und Jänner 2018 analysiert. Da es jeweils 24 Typ-1-Aufgaben gibt, spricht man von insgesamt 120 Aufgabenstellungen.

3.2.1.1 Allgemein

Grundsätzlich sind alle Aufgabenstellungen gleich aufgebaut. Zuerst gibt es eine Überschrift mit dem Namen der Aufgabe, danach folgen eine Beschreibung des Sachverhaltes sowie anschließend die Aufgabenstellung. Rechts unten ist in eckigen Klammern die zu erreichende Punkteanzahl zu finden. Dies ist erst seit dem

⁴⁹ Vgl. BMUK [Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur]. (2009). *Angewandte Mathematik BHS*, S. 10.

Haupttermin Mai 2019 der Fall, da zuvor immer nur 0 oder 1 Punkt(e) erreicht werden konnte. Da nun ebenso $\frac{1}{2}$ Punkt erreicht werden kann, wurde dies hinzugefügt. Grundsätzlich unterscheiden sich die Aufgabenstellungen also nur durch das jeweilige Antwortformat.

Die folgende Abbildung zeigt eine Beispielaufgabe an jener der beschriebene allgemeine Aufbau ersichtlich ist.

Aufgabe 23

Trefferwahrscheinlichkeit

Bei einem Training wirft eine Basketballspielerin einen Ball sechsmal hintereinander zum Korb. Fällt der Ball in den Korb, spricht man von einem Treffer. Die Trefferwahrscheinlichkeit dieser Spielerin beträgt bei jedem Wurf 0,85 (unabhängig von den anderen Würfen).

Aufgabenstellung:

Ordnen Sie den vier Ereignissen jeweils denjenigen Term (aus A bis F) zu, der die Wahrscheinlichkeit des Eintretens dieses Ereignisses beschreibt!

Die Spielerin trifft genau einmal.			A	$1 - 0,85^6$
Die Spielerin trifft höchstens einmal.			B	$0,15^6 + \binom{6}{1} \cdot 0,85^1 \cdot 0,15^5$
Die Spielerin trifft mindestens einmal.			C	$1 - 0,15^6$
Die Spielerin trifft genau zweimal.			D	$0,85^6 + \binom{6}{1} \cdot 0,85^5 \cdot 0,15^1$
			E	$6 \cdot 0,85 \cdot 0,15^5$
			F	$\binom{6}{2} \cdot 0,85^2 \cdot 0,15^4$

[0/½/1 Punkt]

Abbildung 3: Allgemeiner Aufbau einer Beispielaufgabe (AHS)⁵⁰

Des Weiteren kann festgestellt werden, dass die Reihenfolge der Aufgabenstellungen auch der Reihenfolge der Grundkompetenzen im Kompetenzenkatalog entspricht.

Außerdem werden die beiden Bögen (Typ-1-Aufgaben und Typ-2-Aufgaben) seit dem Haupttermin Mai 2019 gemeinsam ausgegeben, wodurch die Aufgaben nun von 1 – 28 durchnummeriert werden. Davor wurden beiden Teile gesondert ausgeteilt, was zu

⁵⁰ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Haupttermin 2018/19 – Mathematik (AHS), S. 25.

einer Nummerierung von 1 – 24 bei den Typ-1-Aufgaben sowie anschließend 1 – 4 bei den Typ-2-Aufgaben führte.

3.2.1.2 Mathematischer Inhalt der Aufgaben

Durch Betrachtung aller 120 Aufgabenstellungen kann festgestellt werden, dass bei jedem Termin (zu je 24 Aufgaben) gleich viele aus den verschiedenen Inhaltsbereichen stammen, nämlich jeweils sechs Aufgaben pro Inhaltsbereich (AG, FA, AN, WS). Es kann also gesagt und objektiv bestätigt werden, dass die Verteilung gerecht gewählt wird und im Sinne der Absolvierung einer allgemeinen höheren Schule dementsprechend begründet ist.

Zur besseren Vorstellung wird anschließend eine Aufgabenstellung pro Inhaltsbereich offengelegt.

Aufgabe 4

Orthogonale Vektoren

Gegeben sind die nachstehend angeführten Vektoren:

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$\vec{b} = \begin{pmatrix} x \\ 0 \end{pmatrix}, x \in \mathbb{R}$$

$$\vec{c} = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \end{pmatrix}$$

$$\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$$

Aufgabenstellung:

Berechnen Sie x so, dass die Vektoren \vec{c} und \vec{d} aufeinander normal stehen!

Abbildung 4: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Algebra und Geometrie (AHS)⁵¹

⁵¹ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Nebentermin 2 2016/17 – Mathematik (AHS), S. 8.

Aufgabe 12

Sinusfunktion

Für $a, b \in \mathbb{R}^+$ sei die Funktion $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ mit $f(x) = a \cdot \sin(b \cdot x)$ für $x \in \mathbb{R}$ gegeben.

Die beiden nachstehenden Eigenschaften der Funktion f sind bekannt:

- Die (kleinste) Periode der Funktion f ist π .
- Die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Funktionswert von f beträgt 6.

Aufgabenstellung:

Geben Sie a und b an!

$a =$ _____

$b =$ _____

Abbildung 5: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Funktionale Abhängigkeiten (AHS)⁵²

Aufgabe 13

Wasserstand eines Flusses

Die Funktion $W: [0; 24] \rightarrow \mathbb{R}_0^+$ ordnet jedem Zeitpunkt t den Wasserstand $W(t)$ eines Flusses an einer bestimmten Messstelle zu. Dabei wird t in Stunden und $W(t)$ in Metern angegeben.

Aufgabenstellung:

Interpretieren Sie den nachstehenden Ausdruck im Hinblick auf den Wasserstand $W(t)$ des Flusses!

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{W(6 + \Delta t) - W(6)}{\Delta t}$$

Abbildung 6: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Analysis (AHS)⁵³

⁵² BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Haupttermin 2017/18 – Mathematik (AHS), S. 16.

⁵³ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Nebentermin 1 2017/18 – Mathematik (AHS), S. 17.

Aufgabe 21

Gummibären

In einer Packung befinden sich 50 Gummibären. Von diesen sind 20 rot, 16 weiß und 14 grün. Ein Kind entnimmt mit einem Griff drei Gummibären, ohne dabei auf die Farbe zu achten.

Aufgabenstellung:

Geben Sie unter der Voraussetzung, dass jeder Gummibär mit der gleichen Wahrscheinlichkeit entnommen wird, die Wahrscheinlichkeit an, dass mindestens einer der drei entnommenen Gummibären rot ist!

Abbildung 7: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Wahrscheinlichkeit und Statistik (AHS)⁵⁴

3.2.1.3 Aufgaben als Sachaufgaben

Bei Betrachtung der Aufgaben als Sachaufgaben oder innermathematische Aufgaben fällt auf, dass auch diese Verteilung nahezu bei jedem Termin gleich gewählt ist. So sind jeweils in etwa 12 Aufgabenstellungen Sachprobleme und 12 Aufgabenstellungen rein innermathematische Abfragen. Von den fünf ausgewählten Terminen sind insgesamt 59 Aufgabenstellungen Sachaufgaben und 61 Aufgaben innermathematische Berechnungen.

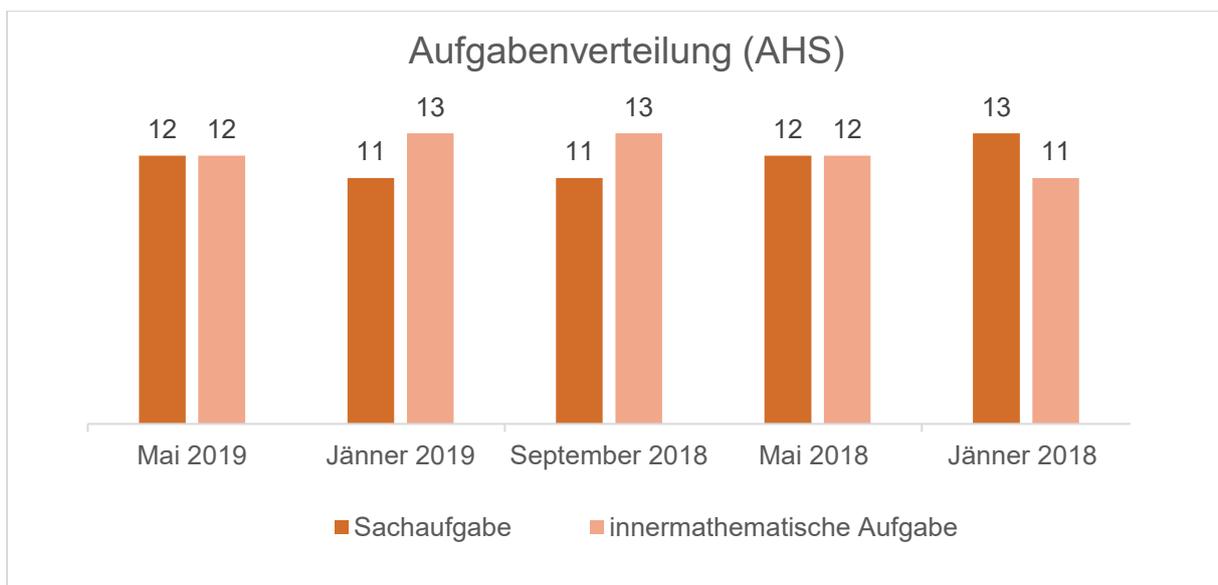


Abbildung 8: Aufgabenverteilung (AHS)

⁵⁴ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Haupttermin 2018/19 – Mathematik (AHS), S. 25.

Zur besseren Verständlichkeit des Unterschiedes einer innermathematischen Aufgabe als auch einer Sachaufgabe wird im Folgenden je eine Beispielaufgabe angeführt und gegenübergestellt.

Bei den innermathematischen Aufgabenstellungen wird reines mathematisches Wissen abgeprüft. Dies geschieht ohne jeglichen Kontext. Solch eine Aufgabe beinhaltet nur so viele Informationen, wie für die Lösung dieser benötigt werden. Es ist kein Muss, dass in einer innermathematischen Aufgabe Zahlen vorkommen – möglicherweise wird diese ganz allgemein gehalten und mit Variablen beschrieben.

Die folgende Abbildung zeigt eine innermathematische Aufgabe ohne das Auftreten von Beispielzahlen.

Aufgabe 1

Rechenoperationen

Für zwei ganze Zahlen a, b mit $a < 0$ und $b < 0$ gilt: $b = 2 \cdot a$.

Aufgabenstellung:

Welche der nachstehenden Berechnungen haben stets eine natürliche Zahl als Ergebnis?
Kreuzen Sie die beiden zutreffenden Berechnungen an!

$a + b$	<input type="checkbox"/>
$b : a$	<input type="checkbox"/>
$a : b$	<input type="checkbox"/>
$a \cdot b$	<input type="checkbox"/>
$b - a$	<input type="checkbox"/>

Abbildung 9: Beispielaufgabe einer innermathematischen Aufgabe⁵⁵

In Sachaufgaben ist dagegen das mathematische Problem etwas mehr umschrieben sowie auch in einen Kontext verpackt - in Abbildung 10 wird solch eine Aufgabe gezeigt. Man erkennt, dass die eigentliche Aufgabe der Berechnung der relativen Änderung von zwei Zahlen mit einem Kontext und zwar der Kriminalstatistik versehen wurde. Ebenso werden in der Tabelle alle Bundesländer sowie deren Daten angeführt,

⁵⁵ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Haupttermin 2018/19 – Mathematik (AHS), S. 3.

obwohl für die Lösung des Problems nur eines davon benötigt wird. Dass mehr Informationen vorhanden sind, als man für die Lösung der Aufgabenstellung braucht, ist ebenso ein Merkmal einer Sachaufgabe. Da in diesen Aufgaben gewisse Kontexte vorhanden sind, gibt es keine, die ohne Beispielzahlen auskommen beziehungsweise die ganz allgemein gehalten werden.

Aufgabe 13

Kriminalstatistik 2010–2011

Die nachstehende Tabelle gibt an, wie viele Kriminalfälle in jedem Bundesland in Österreich in den Jahren 2010 und 2011 angezeigt wurden.

Bundesland	angezeigte Kriminalfälle	
	2010	2011
Burgenland	9306	10391
Kärnten	30192	29710
Niederösterreich	73146	78634
Oberösterreich	66141	67477
Salzburg	29382	30948
Steiermark	55167	55472
Tirol	44185	45944
Vorarlberg	20662	20611
Wien	207564	200820

Quelle: http://www.bmi.gv.at/cms/BK/publikationen/krim_statistik/files/2011/KrimStat_Entwicklung_2011.pdf [24.10.2016].

Aufgabenstellung:

Geben Sie für das Burgenland die relative Änderung der angezeigten Kriminalfälle im Jahr 2011 im Vergleich zum Jahr 2010 an!

Abbildung 10: Beispielaufgabe einer Sachaufgabe⁵⁶

3.2.2 BHS-Aufgaben

Die BHS-Aufgaben sollen nach demselben Schema wie auch die AHS-Aufgaben analysiert werden. In der BHS gibt es jedoch einen Inhaltsbereich mehr (Zahlen und Maße, kurz ZM). Dieser wird, für einen angemessenen Vergleich mit den AHS-Aufgabenstellungen, dem Bereich Algebra und Geometrie (AG) zugeordnet.

⁵⁶ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Haupttermin 2018/19 – Mathematik (AHS), S. 15.

Außerdem gibt es bei den BHS-Aufgaben nicht jeweils 24 Typ-1-Aufgaben, sondern vier bis sechs Typ-A-Aufgaben mit jeweiligen Unterpunkten (a) 1), 2); b) 1), 2), etc.). Für den Vergleich zur AHS wird hier jeder Unterpunkt als eine alleinstehende Aufgabe angesehen. Dadurch erhält man im Mai 2019 23 Aufgaben, im Jänner 2019 24 Aufgaben, im September 2018 25 Aufgaben, im Mai 2018 26 und im Jänner 2018 24 Aufgaben, also insgesamt 122 Aufgabenstellungen. Die nahezu gleiche Anzahl macht einen sinnvolleren Vergleich möglich.

3.2.2.1 Allgemein

Der Aufbau der BHS-Aufgaben unterscheidet sich wesentlich von den AHS-Aufgabenstellungen. Zuerst fällt auf, dass es komplexere Aufgabenstellungen sind, welche in einzelne Unterpunkte aufgeteilt sind. Im Prinzip entspricht die Anzahl als auch die Punktevergabe in etwa der der AHS-Aufgabenstellungen, kann jedoch für den einzelnen Schüler beziehungsweise die einzelne Schülerin auf den ersten Blick einen beträchtlichen Unterschied ausmachen. Was gleich ist, ist die Darstellung der Aufgaben durch eine Überschrift, jeweilige Unterpunkte mit Erklärungen sowie zuletzt der Aufgabenstellung selbst. Jedem Unterpunkt (a), b), c), etc.) werden einzelne Aufgabenstellungen mit 1), 2), etc. zugeordnet. Für jede dieser Aufgabenstellungen kann es 0, 1 oder 2 Punkte geben. Die zu erreichende Punkteanzahl ist jeweils am rechten Rand in eckigen Klammern angegeben. Bis inklusive dem Termin im Mai 2018 wurden die Aufgabenstellungen anstatt mit 1), 2), etc. mit „-“ gekennzeichnet. Das Beurteilungsschema blieb jedoch dasselbe.

Auffällig ist von Beginn an, dass es möglich ist, dass in jeder Aufgabenstellung unterschiedliche Themenbereiche vorkommen. So gibt es nicht einzelne Aufgabenstellungen zu den verschiedenen Inhaltsbereichen (wie in der AHS), sondern können hier beide Möglichkeiten auftreten – entweder kommen in allen Unterpunkten einer Aufgabe dieselben Inhaltsbereiche oder eben mehrere verschiedene zur Anwendung. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel dafür.

Aufgabe 2

Vitamin C

- a) Der Vitamin-C-Gehalt eines Apfels nimmt nach der Ernte exponentiell ab. Alle 4 Wochen nimmt der Vitamin-C-Gehalt um 20 % bezogen auf den Wert zu Beginn dieser 4 Wochen ab. Ein bestimmter Apfel hat bei der Ernte einen Vitamin-C-Gehalt von 18 mg.

Der Vitamin-C-Gehalt dieses Apfels in Milligramm soll in Abhängigkeit von der Zeit t in Wochen beschrieben werden.

- 1) Erstellen Sie eine Gleichung der zugehörigen Funktion. Wählen Sie $t = 0$ für den Zeitpunkt der Ernte. [1 Punkt]
- 2) Berechnen Sie den Vitamin-C-Gehalt dieses Apfels 36 Wochen nach der Ernte. [1 Punkt]

- b) Der Vitamin-C-Gehalt von Tabletten der Sorte *Zitruspower* ist annähernd normalverteilt mit dem Erwartungswert $\mu = 100$ mg und der Standardabweichung $\sigma = 5$ mg.

- 1) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass der Vitamin-C-Gehalt einer zufällig ausgewählten Tablette zwischen 92 mg und 110 mg liegt. [1 Punkt]

- c) Nach der Einnahme einer Vitamin-C-Tablette steigt die Vitamin-C-Konzentration im Blut zunächst an und sinkt danach wieder ab.

Die Funktion c beschreibt näherungsweise den zeitlichen Verlauf der Vitamin-C-Konzentration im Blut einer bestimmten Person.

$$c(t) = 24 \cdot (e^{-0,0195 \cdot t} - e^{-1,3 \cdot t}) + 3$$

t ... Zeit seit der Einnahme der Vitamin-C-Tablette in h

$c(t)$... Vitamin-C-Konzentration im Blut zur Zeit t in Mikrogramm pro Milliliter ($\mu\text{g/ml}$)

- 1) Zeigen Sie, dass die maximale Vitamin-C-Konzentration im Blut der Person gerundet 25,18 $\mu\text{g/ml}$ beträgt. [1 Punkt]
- 2) Kreuzen Sie denjenigen Ausdruck an, der die maximale Vitamin-C-Konzentration in mg/L angibt. [1 aus 5] [1 Punkt]

0,02518 mg/L	<input type="checkbox"/>
25,18 mg/L	<input type="checkbox"/>
25 180 mg/L	<input type="checkbox"/>
0,00002518 mg/L	<input type="checkbox"/>
25 180 000 mg/L	<input type="checkbox"/>

Abbildung 11: Allgemeiner Aufbau einer Beispielaufgabe (BHS)⁵⁷

Im angegebenen Beispiel erkennt man die verschiedenen Inhaltsbereiche: a1), a2) Funktionale Zusammenhänge (FZ), b1) Stochastik (WS), c1) Analysis (AN) und c2)

⁵⁷ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Haupttermin 2018/19 – Angewandte Mathematik (BHS) – HTL 2, S. 5.

Zahlen und Maße (ZM). In der BHS sind solche Aufgabenstellungen den Schülern und Schülerinnen geläufig, wogegen sie in der AHS gar nicht vorkommen.

Dazu ist jedoch zu sagen, dass die Unterpunkte 1), 2), etc. voneinander abhängig sind. Sie werden zwar einzeln beurteilt, jedoch sind jeweilige Unterpunkte immer von den vorhergehenden abhängig, d. h. Unterpunkt 2) ist also nur mit der Lösung von Unterpunkt 1) machbar. Dies macht einen beträchtlichen Unterschied zu den AHS-Aufgaben aus, da diese alle voneinander unabhängig gestaltet sind. So ist es möglicherweise in der AHS einfacher Punkte zu bekommen, als in der BHS, da hier die Unterpunkte der Aufgaben nicht unabhängig voneinander sind. Im Gegenzug dazu sind jedoch die Punkte a), b), c), etc. ebenso voneinander unabhängig. Man könnte diese Aufgaben ebenso alleinstehend betrachten. Was sie gemeinsam haben ist lediglich der Kontext, in welchem die Aufgabe dargebracht wird.

3.2.2.2 Mathematischer Inhalt der Aufgaben

Die Reihenfolge der verschiedenen Inhaltsbereiche entspricht bei den BHS-Aufgabenstellungen nicht der Reihenfolge des Grundkompetenzenkataloges. Sie ist unterschiedlich gewählt und entspricht keinem Muster. Außerdem gibt es bei den BHS-Aufgaben keine einheitliche Aufteilung der verschiedenen Inhaltsbereiche. Das folgende Diagramm zeigt das unterschiedliche Auftreten der jeweiligen Bereiche in den fünf ausgewählten Terminen.

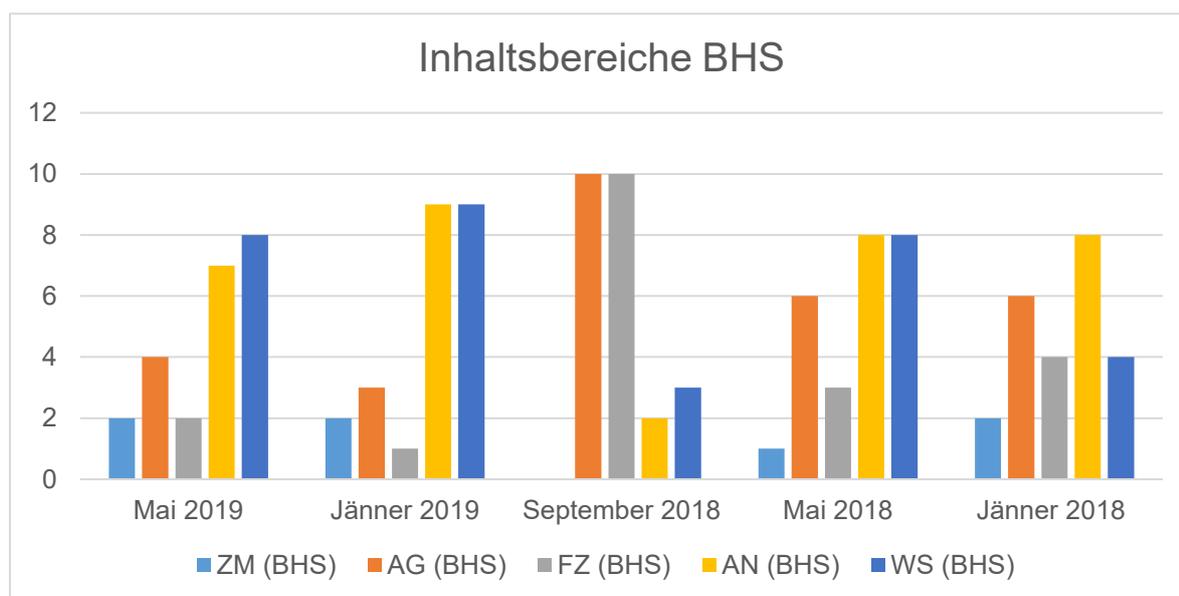


Abbildung 12: Inhaltsbereiche (BHS)

Man erkennt auf den ersten Blick, dass die Anzahl der verschiedenen abgeprüften Inhaltsbereiche bei jedem Termin anders gewählt wird. Auffällig ist außerdem, dass der Inhaltsbereich ZM nur sehr selten direkt geprüft wird. Eine genauere Auflistung der Anzahl der einzelnen Inhaltsbereiche wird in den folgenden Diagrammen dargestellt. Des Weiteren werden zu jedem Inhaltsbereich auch entsprechende Beispielaufgaben offengelegt.

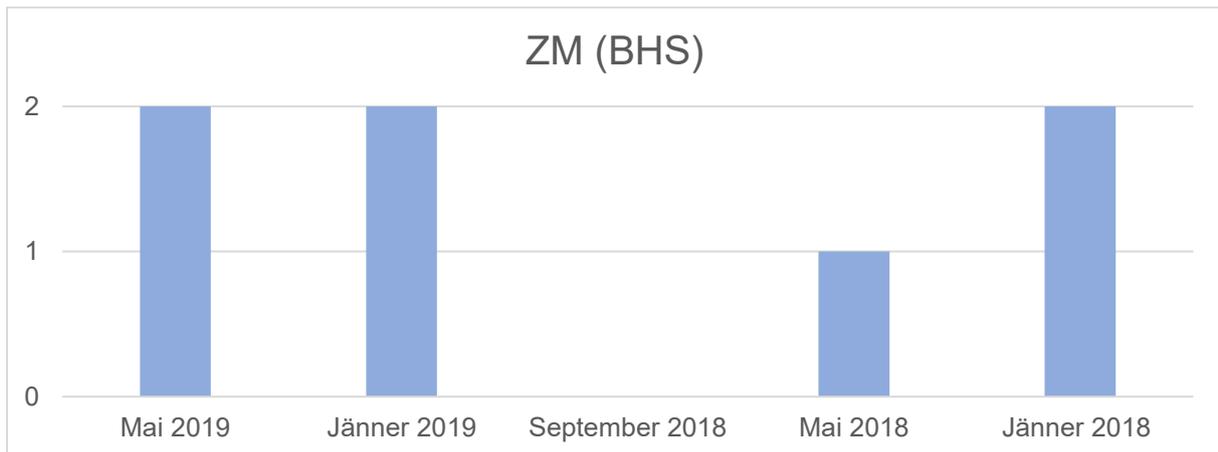


Abbildung 13: Inhaltsbereich Zahlen und Maße (BHS)

Der Inhaltsbereich Zahlen und Maße wurde von insgesamt 122 Aufgabenstellungen nur siebenmal abgeprüft.

Aufgabe 2

Kurvenfahrt

Ein Motorradfahrer durchfährt eine kreisförmig angelegte Kurve.
Die Formel für den Betrag der Fliehkraft lautet:

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

F ... Betrag der Fliehkraft in Newton (N)

m ... Masse in kg (Motorrad und Fahrer)

v ... Geschwindigkeit des Motorradfahrers in m/s

r ... Radius der Kurve in m

- c) Der Fahrer befährt eine Kurve mit gleichbleibendem Radius r und gleichbleibender Geschwindigkeit v einmal mit einem vollen Tank und einmal mit einem fast leeren Tank.
Die Masse mit einem vollen Tank beträgt 380 kg, die Masse mit einem fast leeren Tank beträgt 362 kg.

- 1) Berechnen Sie, um wie viel Prozent F bei fast leerem Tank kleiner als bei vollem Tank ist.

[1 Punkt]

Abbildung 14: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Zahlen und Maße (BHS)⁵⁸

Die Aufgabe 2c 1) aus dem Nebentermin Jänner 2019 prüft den Inhaltsbereich Zahlen und Maße ab. Hierbei handelt es sich beispielsweise um die Kompetenz *Zahlenangaben in Prozent und Promille im Kontext verstehen und anwenden*.

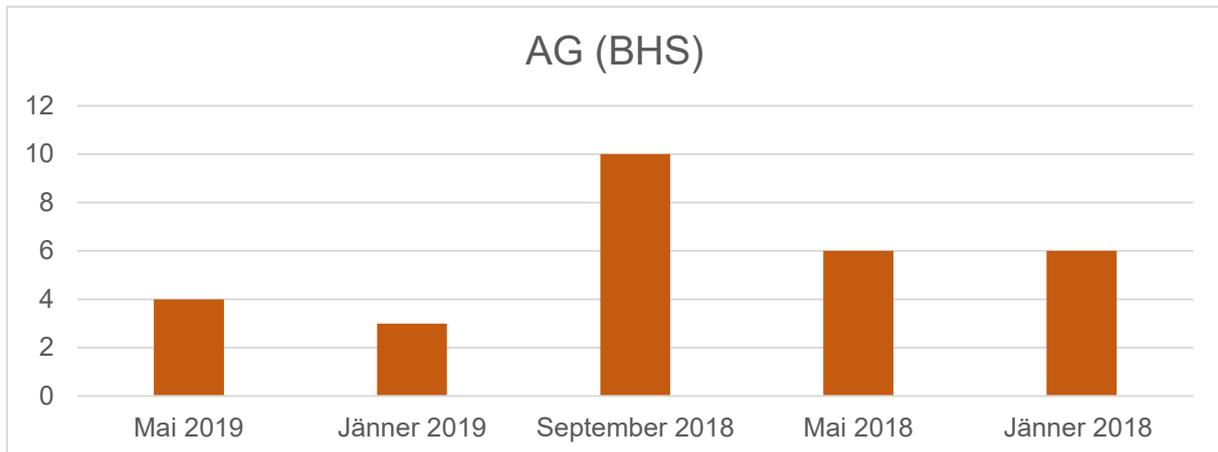


Abbildung 15: Inhaltsbereich Algebra (BHS)

⁵⁸ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Nebentermin 2 2017/18 – Angewandte Mathematik (BHS) – HTL 2, S. 6.

Der Inhaltsbereich Algebra und Geometrie wurde von insgesamt 122 Aufgabenstellungen 29-mal abgeprüft. Auch hier erkennt man die Unregelmäßigkeit im Vorkommen der verschiedenen Maturatermine sofort.

Aufgabe 1

Die Adria-Wien-Pipeline

Österreich muss einen Großteil seines Erdölbedarfs durch Importe von Rohöl decken. Diese Importe werden vorwiegend über die Adria-Wien-Pipeline durchgeführt, die von Triest nach Wien-Schwechat führt.

b) Modellhaft betrachtet ist die Pipeline ein Drehzylinder mit dem Durchmesser d und der Höhe l .

Der Innendurchmesser der Pipeline beträgt $d = 457,2$ mm. Die Länge der Pipeline beträgt rund $l = 416$ km.

In der Erdölindustrie wird für das Volumen von Rohöl häufig die Einheit *Barrel* verwendet. Es gilt: $1 \text{ Barrel} \approx 0,159 \text{ m}^3$

1) Berechnen Sie, wie viele Barrel Rohöl die vollständig befüllte Pipeline fasst. [2 Punkte]

Abbildung 13: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Algebra und Geometrie (BHS)⁵⁹

Die Beispielaufgabe 1b 1) aus dem Haupttermin Mai 2019 wird, aufgrund der verlangten Aufstellung einer Formel, dem Inhaltsbereich Algebra und Geometrie zugeordnet.

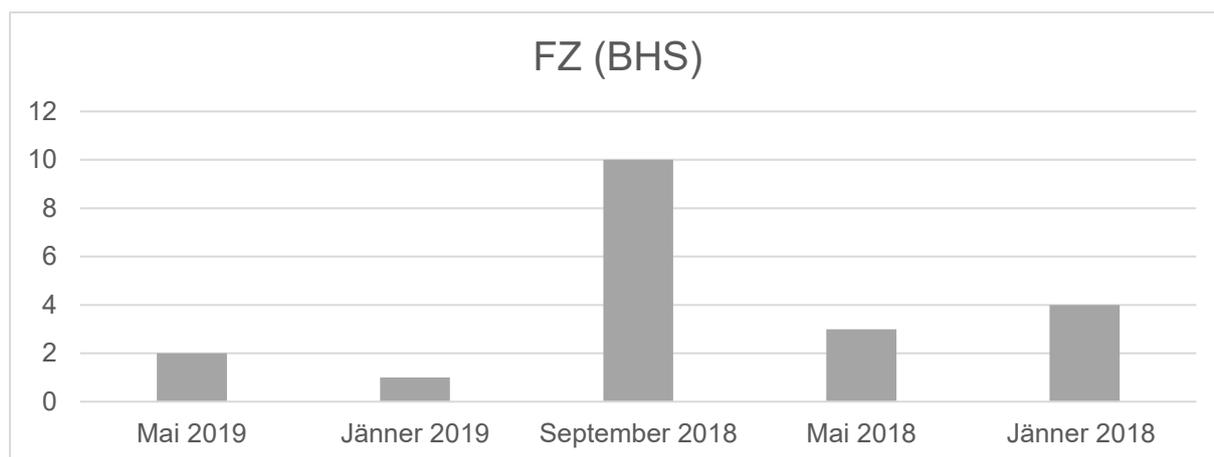


Abbildung 16: Inhaltsbereich Funktionale Zusammenhänge (BHS)

⁵⁹ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Haupttermin 2018/19 – Angewandte Mathematik (BHS) – HTL 2, S. 3f.

Der Inhaltsbereich Funktionale Zusammenhänge wurde von insgesamt 122 Aufgabenstellungen 20-mal abgeprüft. Obwohl der Inhaltsbereich Funktionale Zusammenhänge einen sehr großen Platz im Lehrplan der Oberstufe einnimmt, ist das Auftreten solcher Aufgabenstellungen, ausgenommen im Termin September 2018, eher gering.

Aufgabe 2

Kugelstoßen

Kugelstoßen ist eine Disziplin bei den Olympischen Sommerspielen.

Eine Metallkugel muss so weit wie möglich aus einem Kreis in einen vorgegebenen Aufschlagbereich gestoßen werden.

a) Im Jahr 1948 wurde bei den Männern ein neuer Weltrekord mit der Weite 17,68 m aufgestellt.

Eine Faustregel besagt, dass sich seit 1948 der Weltrekord bei den Männern alle 2,5 Jahre um 34 cm verbessert hat. Die Weltrekordweite (in Metern) soll gemäß dieser Faustregel in Abhängigkeit von der Zeit t (in Jahren) durch eine lineare Funktion f beschrieben werden.

1) Erstellen Sie eine Gleichung der Funktion f . Wählen Sie $t = 0$ für das Jahr 1948. [1 Punkt]

Abbildung 17: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Funktionale Zusammenhänge (BHS)⁶⁰

Die Aufgabe 2a 1) des Nebentermins September 2018 zeigt ein Beispiel für den Inhaltsbereich Funktionale Abhängigkeiten. Es kommt hier die Kompetenz *Zusammenhänge aus Anwendungsgebieten durch lineare Funktionen modellieren, damit Berechnungen durchführen, die Ergebnisse interpretieren und damit argumentieren* zum Einsatz.

⁶⁰ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Nebentermin 1 2017/18 – Angewandte Mathematik (BHS) – HTL 2, S. 6f.

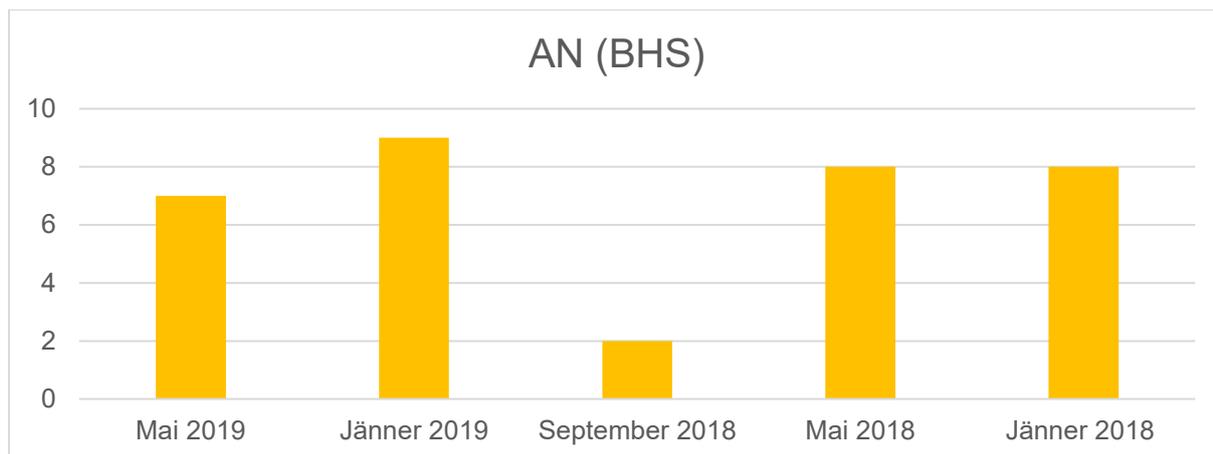


Abbildung 18: Inhaltsbereich Analysis (BHS)

Der Inhaltsbereich Analysis wurde von insgesamt 122 Aufgabenstellungen 34-mal abgeprüft. Man erkennt, dass dieser Bereich sehr oft bei den ausgewählten Terminen vorkommt. Auffällig ist ebenso, dass genau bei jenem Termin im September 2018 wenige Aufgabenstellungen in der Analysis auftreten und im Gegenzug dazu sehr viel

Aufgabe 3

Die Genussformel

Der Physiker Werner Gruber erklärt in seinem Buch *Die Genussformel* (Salzburg: Ecowin, 2008) die kleinen chemischen und physikalischen Tricks der großen Köchinnen und Köche. Dabei werden auch mathematische Zusammenhänge betrachtet.

b) Für die optimale Bratdauer einer Gans gibt Gruber folgende Werte an:

Masse der Gans in Kilogramm	Bratdauer in Minuten
2,0	104
3,0	136
3,8	159

– Zeigen Sie mithilfe des Differenzenquotienten, dass zwischen Masse und Bratdauer kein exakter linearer Zusammenhang vorliegt. [1 Punkt]

mehr im Bereich der Funktionalen Zusammenhänge (siehe Diagramm oben).

Abbildung 19: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Analysis (BHS)⁶¹

⁶¹ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Haupttermin 2017/18 – Angewandte Mathematik (BHS) – HTL 2, S. 10f.

Die Aufgabe 3b 1) im Mai 2018 zeigt ein Beispiel für die Prüfung des Inhaltsbereichs Analysis. Die Kompetenz liegt bei dieser Aufgabe darin, mit dem Differenzenquotienten adäquat umgehen zu können.

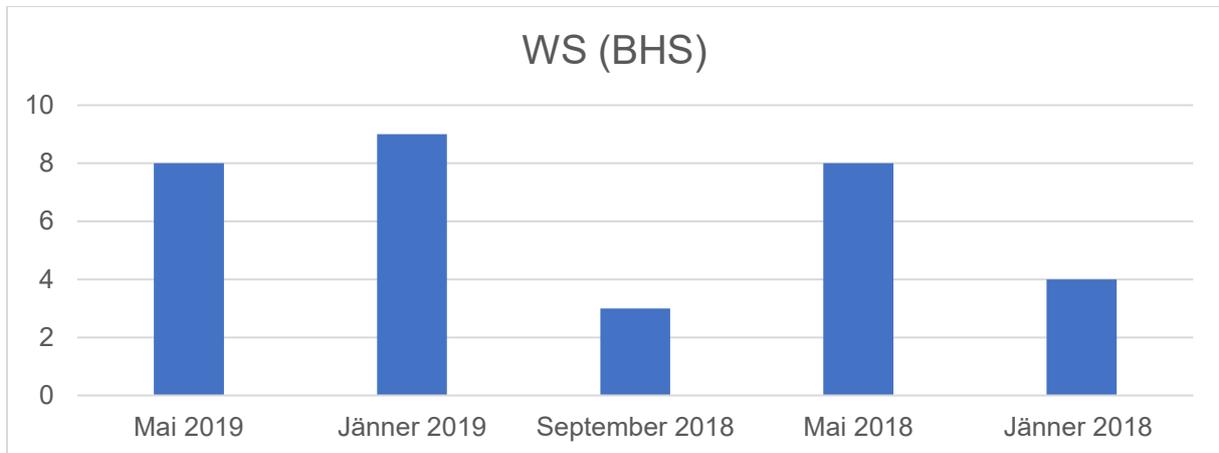


Abbildung 20: Inhaltsbereich Stochastik (BHS)

Der Inhaltsbereich Stochastik wurde von insgesamt 122 Aufgabenstellungen 32-mal abgeprüft. Ebenso fällt hier auf, dass wiederum im Termin September 2018 weniger Aufgaben dem Bereich Stochastik zugeordnet werden. Betrachtet man die anderen Diagramme erkennt man, dass genau zu diesem Termin die Bereiche Algebra und Geometrie sowie Funktionale Zusammenhänge vermehrt verlangt wurden.

Aufgabe 3

Münzen

Susi und Markus spielen mit fairen Münzen. Beim Werfen einer fairen Münze treten die beiden Ereignisse „Kopf“ und „Zahl“ jeweils mit gleicher Wahrscheinlichkeit auf.

- a) Susi hat eine Schachtel mit 3 Ein-Euro-Münzen und 5 Zwei-Euro-Münzen.
 Markus hat eine Schachtel mit 2 Ein-Euro-Münzen und 3 Zwei-Euro-Münzen.
 Beide ziehen aus ihrer Schachtel zufällig jeweils 1 Münze.
- 1) Geben Sie diejenigen Möglichkeiten an, die zu einem Gesamtwert von € 3 führen (bei Susi und Markus zusammen). [1 Punkt]
 - 2) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass durch die beiden Ziehungen ein Gesamtwert von € 3 erzielt wird. [1 Punkt]

Abbildung 21: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Stochastik (BHS)⁶²

Die Aufgabenstellungen 3a 1) sowie 3a 2) des Nebentermins Jänner 2019 werden dem Inhaltsbereich Stochastik zugeordnet.

Man erhält letztlich folgende Tabelle:

Inhaltsbereich	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
ZM	7	5,7 %
AG	29	23,8 %
FZ	20	16,4 %
AN	34	27,9 %
WS	32	26,2 %

Tabelle 4: Häufigkeiten der Inhaltsbereiche (BHS)

⁶² BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Nebentermin 2 2017/18 – Angewandte Mathematik (BHS) – HTL 2, S. 7.

Die Inhaltsbereiche Algebra und Geometrie, Analysis sowie Stochastik unterliegen einer deutlichen Mehrheit. Zur besseren Verdeutlichung werden diese in der Tabelle grau hinterlegt. Es kann also daraus geschlossen werden, dass diese Themenbereiche vermehrt abgeprüft werden. Auffälligkeiten bezüglich des vermehrten Auftretens bestimmter Inhaltsbereiche bei Haupt- und Nebenterminen lassen sich hier keine feststellen.

3.2.2.3 Aufgaben als Sachaufgaben

In der BHS-Reifeprüfung ist es schwer, überhaupt rein innermathematische Aufgabenstellungen zu finden. Grundsätzlich ist jede Aufgabe mit einem Sachverhalt verbunden, wodurch auch jeder Unterpunkt indirekt mit dem Sachverhalt verknüpft ist. Von 122 Aufgabenstellungen sind also alle 122 als Sachaufgaben gestellt. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu den AHS-Aufgaben, wobei bei jenen in etwa die Hälfte als Sachaufgaben und die andere Hälfte als innermathematische Aufgabenstellungen dargestellt sind. Man kann sagen, dass das für das Fach *Angewandte* Mathematik in der BHS spricht und somit auch die Anwendungsorientierung bestätigt werden kann. Welche Kontexte in den Aufgabenstellungen beziehungsweise welche vermehrt auftreten, ist in Kapitel 3.5 zu finden.

Da die Inhaltsbereiche Analysis und Stochastik in der BHS vermehrt auftreten, sollen zu diesen Thematiken noch genauere Analysen durchgeführt werden. Der Bereich Analysis wird in der Analyse mit dem Inhaltsbereich Funktionale Zusammenhänge in der BHS beziehungsweise Funktionale Abhängigkeiten in der AHS zusammengelegt, da die zu untersuchenden Tätigkeiten, wie beispielsweise eine Funktionsgleichung aufzustellen, in beiden Bereichen vertreten sein können. Es werden also die Aufgabenstellungen jener genannten Bereiche der AHS-Reifeprüfungen sowie der der BHS-Reifeprüfungen genauer untersucht und anschließend gegenübergestellt. Ziel ist es herauszufinden, ob es auffällige prozentuelle Unterschiede zwischen den einzelnen Sparten gibt.

3.3 Inhaltsbereich Funktionale

Abhängigkeiten/Zusammenhänge und Analysis

Für die Analyse werden die Inhaltsbereiche Funktionale Abhängigkeiten/Zusammenhänge und Analysis gemeinsam betrachtet. Dies geschieht deshalb, da die zu untersuchenden Tätigkeiten (siehe Auflistung unten) in beiden Bereichen vorkommen können und somit für die Analyse mehrere Aufgaben zur Verfügung stehen. Die Zusammenlegung der beiden Bereiche geschieht sowohl in der AHS als auch in der BHS. Da es insgesamt in etwa gleich viele Aufgaben in der AHS und in der BHS sind, welche diesem Bereich zugeordnet werden, kann ein gleichermaßen fairer Vergleich stattfinden.

Die Aufgabenstellungen der AHS- und BHS-Matura sollen in diesem Inhaltsbereich in folgende Tätigkeiten unterteilt werden:

-) Ablesen aus Graphen
-) Skizzieren von Graphen
-) Aufstellen von Gleichungen
-) Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen
-) Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen

3.3.1 AHS-Aufgaben

Zur Analyse gelangen im AHS Bereich je 12 Typ-1-Aufgaben von fünf Neben- und Hauptterminen aus den Jahren 2018 und 2019. Wie bereits oben beschrieben werden also insgesamt 60 Aufgabenstellungen betrachtet.

3.3.1.1 Ablesen aus Graphen

Zu dem Punkt *Ablesen aus Graphen* werden jene Aufgaben gezählt, welche mittels Ablesen aus einem Funktionsgraphen oder einem Diagramm lösbar sind. Hierzu zählen folgende Tätigkeiten: Parameter ablesen, Lösen einer Fragestellung mithilfe des Graphen oder des Diagramms, Punkte und/oder Werte ablesen, Flächenberechnung mithilfe des Graphen, etc.

Im Nebentermin Jänner 2018 wird das *Ablesen aus Graphen* viermal (Aufg. 11, 12, 15, 17), im Haupttermin Mai 2018 viermal (Aufg. 8, 9, 10, 18), im Nebentermin September

2018 dreimal (Aufg. 15, 16, 17), im Nebentermin Jänner 2019 sechsmal (Aufg. 7, 12, 14, 16, 17, 18) und im Haupttermin Mai 2019 viermal (Aufg. 8, 12, 17, 18) verlangt.

Die folgende Tabelle zeigt sowohl die absoluten als auch die relativen Häufigkeiten des Vorkommens dieser Tätigkeiten bei den jeweiligen Maturaterminen sowie zuletzt auch von deren Gesamtanzahl.

Ablesen aus Graphen		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	4 / 12	33,33 %
Mai 2018	4 / 12	33,33 %
September 2018	3 / 12	25,00 %
Jänner 2019	6 / 12	50,00 %
Mai 2019	4 / 12	33,33 %
gesamt	21 / 60	35,00 %

Tabelle 5: Häufigkeiten der Tätigkeit Ablesen aus Graphen (AHS)

Von insgesamt 60 Aufgabenstellungen wird das *Ablesen aus Graphen* 21-mal verlangt – dies entspricht einem Prozentsatz von 35 %. Diese Tätigkeit stellt somit das höchste Vorkommen in den fünf ausgewählten analysierten Terminen dar.

3.3.1.2 Skizzieren von Graphen

Unter den Punkt *Skizzieren von Graphen* werden reine Skizzierungen von Funktionsgraphen verstanden.

Im Nebentermin 2018 wurde das *Skizzieren von Graphen* gar nicht, im Haupttermin Mai 2018 einmal (Aufg. 17), im Nebentermin September 2018 einmal (Aufg. 7), im Nebentermin Jänner 2019 einmal (Aufg. 10) und im Haupttermin Mai 2019 einmal (Aufg. 10) verlangt.

Wiederum werden in der folgenden Tabelle die absoluten und relativen Häufigkeiten dargestellt.

Skizzieren von Graphen		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	0 / 12	0 %
Mai 2018	1 / 12	8,33 %
September 2018	1 / 12	8,33 %
Jänner 2019	1 / 12	8,33 %
Mai 2019	1 / 12	8,33 %
gesamt	4 / 60	6,67 %

Tabelle 6: Häufigkeiten der Tätigkeit Skizzieren von Graphen (AHS)

Das *Skizzieren von Graphen* wurde von 60 Aufgabenstellungen insgesamt nur viermal verlangt – dies entspricht einem Prozentsatz von 6,67 %.

3.3.1.3 Aufstellen von Gleichungen

Der Punkt *Aufstellen von Gleichungen* umfasst jene Aufgaben, bei welchen mit gegebenen Werten Funktionsgleichungen aufgestellt werden müssen, hierbei ist es gleichwertig, ob diese linear, polynom oder exponentiell verlaufen.

Im Nebentermin Jänner 2018 wurde das *Aufstellen von Gleichungen* einmal (Aufg. 9), im Haupttermin Mai 2018 einmal (Aufg. 15), im Nebentermin September 2018 zweimal (Aufg. 8, 12), im Nebentermin Jänner 2019 gar nicht und im Haupttermin Mai 2019 dreimal (Aufg. 9, 11, 14) verlangt.

Die folgende Tabelle zeigt die absoluten und relativen Häufigkeiten dessen Vorkommens.

Aufstellen von Gleichungen		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	1 / 12	8,33 %
Mai 2018	1 / 12	8,33 %
September 2018	2 / 12	16,67 %
Jänner 2019	0 / 12	0 %
Mai 2019	3 / 12	25,00 %
gesamt	7 / 60	11,67 %

Tabelle 7: Häufigkeiten der Tätigkeit Aufstellen von Gleichungen (AHS)

Das *Aufstellen von Gleichungen* wurde von 60 analysierten Aufgaben nur siebenmal verlangt – dies entspricht einem Prozentsatz von 11,67 %.

3.3.1.4 Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen

Zu dem Punkt *Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen* werden jene Aufgaben gezählt, bei welchen Funktionsgleichungen oder Integrale gegeben sind und daraus Werte abgelesen und/oder interpretiert werden müssen. Es zählen hierzu auch Aufgaben, bei welchen bestimmte Werte im Kontext gedeutet werden müssen.

Im Nebentermin Jänner 2018 wird das *Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen* fünfmal (Aufg. 7, 10, 13, 14, 18), im Haupttermin Mai 2018 dreimal (Aufg. 7, 11, 14), im Nebentermin September 2018 fünfmal (Aufg. 9, 10, 13, 14, 18), im Nebentermin Jänner 2019 dreimal (Aufg. 8, 9, 15) und im Haupttermin Mai 2019 einmal (Aufg. 7) abgefragt.

Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	5 / 12	41,67 %
Mai 2018	3 / 12	25,00 %
September 2018	5 / 12	41,67 %
Jänner 2019	3 / 12	25,00 %
Mai 2019	1 / 12	8,33 %
gesamt	17 / 60	28,33 %

Tabelle 8: Häufigkeiten der Tätigkeit Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen (AHS)

Die Interpretation stellt mit einem Prozentsatz von 28,33 % das zweithöchste Vorkommen dar. Von 60 Aufgaben wurde jene 17-mal abverlangt.

3.3.1.5 Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen

Zur Tätigkeit *Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen* fallen jene Aufgaben, bei welchen Funktionsgleichungen oder Integrale gegeben sind und daraus beziehungsweise mittels denen bestimmte Werte oder Parameter berechnet werden müssen.

Im Nebentermin Jänner 2018 wird das *Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen* zweimal (Aufg. 8, 16), im Haupttermin Mai 2018 einmal (Aufg. 12), im

Nebentermin September 2018 einmal (Aufg. 11), im Nebentermin Jänner 2019 gar nicht und im Haupttermin Mai 2019 zweimal (Aufg. 15, 16) verlangt.

Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	2 / 12	16,67 %
Mai 2018	1 / 12	8,33 %
September 2018	1 / 12	8,33 %
Jänner 2019	0 / 12	0 %
Mai 2019	2 / 12	16,67 %
gesamt	6 / 60	10,00 %

Tabelle 9: Häufigkeiten der Tätigkeit Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen (AHS)

Das *Berechnen von Funktionsgleichungen* kommt von 60 Aufgabenstellungen sechsmal vor – dies entspricht einem Prozentsatz von 10 %.

Betrachtet man nun alle analysierten Maturatermine, so bleiben fünf Aufgabenstellungen übrig, welche keinem der ausgewählten Bereiche direkt zuordenbar sind. Sie gehören unter anderem der Prozentrechnung im Zuge einer Exponentialfunktion sowie auch der Berechnung der relativen Änderung an. Dies entspricht den restlichen 8,33 %.

Das höchste Vorkommen aller analysierter Termine hat das Lösen mittels *AbleSEN aus Graphen* mit 35 %, welches von der Tätigkeit *Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen* mit 28,33 % gefolgt wird. Auffällig ist, dass das *Skizzieren von Graphen* lediglich zu 6,67 % abverlangt wird, obwohl man sich vorstellen würde, dass dies ebenso eine sehr wichtige zu beherrschende Kompetenz darstellt.

3.3.2 BHS-Aufgaben

Um einen Vergleich mit den AHS-Aufgaben durchführen zu können, gelangen von den BHS-Aufgaben ebenso jene zur Analyse, welche den Bereichen Funktionale Zusammenhänge und Analysis angehören. Da die BHS-Aufgabenstellungen anders als die Typ-1-Aufgaben der AHS aufgebaut sind, wird hier jeder Unterpunkt (a), b), c), d) als auch -) 1), 2), 3) 4)) als eigenständige Aufgabe betrachtet. Es ergibt sich dadurch

eine Anzahl von insgesamt 54 Aufgaben (siehe 3.2.2.2 Mathematischer Inhalt der Aufgaben). Wie auch bei den AHS-Aufgaben werden bei den BHS-Aufgaben nur die Typ-A-Aufgaben zur Analyse herangezogen.

3.3.2.1 Ablesen aus Graphen

Wie auch bei den AHS-Aufgabenstellungen gehören zum Punkt *Ablesen aus Graphen* jene Aufgaben, bei welchen Werte und Daten aus Graphen abgelesen werden müssen beziehungsweise Aufgabenstellungen, welche ohne die Darstellung eines Graphen nicht lösbar sind.

Im Nebentermin Jänner 2018 fielen drei Aufgaben (3b 1, 5b 1, 5b 2), im Haupttermin Mai 2018 zwei Aufgaben (1b 1, 1b 2), im Nebentermin September fünf Aufgaben (3b 1, 4a 1, 4b 1, 5a 1, 5a 2), im Nebentermin Jänner 2019 keine Aufgabe und im Haupttermin Mai 2019 zwei Aufgaben (5c 1, 5c 2) unter diese Tätigkeit.

Die folgende Tabelle zeigt sowohl die absoluten als auch relativen Häufigkeiten des Vorkommens dieser Kompetenz.

Ablesen aus Graphen		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	3 / 12	25,00 %
Mai 2018	2 / 11	18,18 %
September 2018	5 / 12	41,67 %
Jänner 2019	0 / 10	0 %
Mai 2019	2 / 9	22,22 %
gesamt	12 / 54	22,22 %

Tabelle 10: Häufigkeiten der Tätigkeit Ablesen aus Graphen (BHS)

In insgesamt 54 Aufgaben wird das *Ablesen aus Graphen* zwölfmal abverlangt – dies entspricht einem Prozentsatz von 22,22 %.

3.3.2.2 Skizzieren von Graphen

Zur Tätigkeit *Skizzieren von Graphen* zählen jene Aufgabenstellungen, bei welchen jegliche Skizzierungen von Funktionsgraphen verlangt werden.

Im Nebentermin Jänner 2018 und im Haupttermin Mai 2018 gab es keine Aufgaben, im Nebentermin September 2018 gab es zwei Aufgaben (3b 2, 4c 2), im Nebentermin Jänner 2019 gab es drei Aufgaben (2b 1, 2b 2, 5a 1) und im Haupttermin Mai 2019 gab es eine Aufgabe (1c 2), bei welcher man einen Graphen skizzieren musste.

In der folgenden Tabelle sind wiederum die absoluten und relativen Häufigkeiten des Auftretens dieser Fähigkeit bei den einzelnen Terminen als auch bei dessen Gesamtanzahl ersichtlich.

Skizzieren von Graphen		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	0 / 12	0 %
Mai 2018	0 / 11	0 %
September 2018	2 / 12	16,67 %
Jänner 2019	3 / 10	30,00 %
Mai 2019	1 / 9	11,11 %
gesamt	6 / 54	11,11 %

Tabelle 11: Häufigkeiten der Tätigkeit Skizzieren von Graphen (BHS)

Das *Skizzieren von Graphen* wurde von insgesamt 54 Aufgaben nur sechsmal abgefragt – dies ergibt einen Prozentsatz von 11,11 %.

3.3.2.3 Aufstellen von Gleichungen

Unter den Punkt *Aufstellen von Gleichungen* fallen jene Aufgabenstellungen, in welchen man jegliche Art von Funktionsgleichungen mit gegebenen Werten aufstellen muss. Ebenso ist es hier gleichgültig, ob die Funktionen linear, polynom oder exponentiell verlaufen.

Im Nebentermin Jänner 2018 musste man bei drei Aufgaben (2c 1, 3a 1, 3c 1), im Haupttermin Mai 2019 bei zwei Aufgaben (1c 1, 6b 2), im Nebentermin September 2018 bei zwei Aufgaben (2a 1, 3a 1), im Nebentermin Jänner 2019 bei drei Aufgaben (1a 1, 1c 1, 5c 1) und im Haupttermin Mai 2019 bei zwei Aufgaben (1c 1, 2a 1) eine Funktionsgleichung aufstellen.

Die Tabelle im Folgenden fasst wiederum die absoluten und relativen Häufigkeiten zusammen.

Aufstellen von Gleichungen		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	3 / 12	25,00 %
Mai 2018	2 / 11	18,18 %
September 2018	2 / 12	16,67 %
Jänner 2019	3 / 10	30,00 %
Mai 2019	2 / 9	22,22 %
gesamt	12 / 54	22,22 %

Tabelle 12: Häufigkeiten der Tätigkeit Aufstellen von Gleichungen (BHS)

Diese Tätigkeit ist gleichzustellen mit der Tätigkeit *Ablesen aus Graphen*, da sie ebenso von insgesamt 54 Aufgabenstellungen zwölfmal abverlangt wurde. Demzufolge ergibt dies auch einen Prozentsatz von 22,22 %.

3.3.2.4 Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen

Zur Tätigkeit *Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen* zählen jene Aufgaben, bei welchen Funktionsgleichungen oder Integrale gegeben sind und daraus Werte abgelesen und/oder interpretiert werden müssen. Ebenso gehören hierzu jegliche Interpretationen von Werten im gegebenen Kontext.

Solche Aufgabenstellungen gab es im Nebentermin Jänner 2019 einmal (Aufg. 3a 2), im Haupttermin Mai 2018 zweimal (Aufg. 6a 2, 6b 1), im Nebentermin September 2018 gar nicht, im Nebentermin Jänner 2019 einmal (Aufg. 5b 1) und im Haupttermin Mai 2019 ebenso einmal (Aufg. 5a 1).

Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	1 / 12	8,33 %
Mai 2018	2 / 11	18,18 %
September 2018	0 / 12	0 %
Jänner 2019	1 / 10	10,00 %
Mai 2019	1 / 9	11,11 %
gesamt	5 / 54	9,26 %

Tabelle 13: Häufigkeiten der Tätigkeit Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen (BHS)

Mit nur fünf von 54 Aufgabenstellungen und einem Prozentsatz von nur 9,26 % zur Interpretation ist diese Tätigkeit die am wenigsten abgeprüften. Durch die Wichtigkeit von kontextgebundenen Interpretationen, denkt man, dass jenen Aufgabenstellungen ein höherer Stellenwert zugeschrieben werden würde.

3.3.2.5 Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen

Unter den Punkt *Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen* fallen jene Aufgaben, bei welchen Funktionsgleichungen oder Integrale gegeben sind und mittels dieser bestimmte Werte oder Parameter berechnet werden müssen.

Zu diesen Aufgabenstellungen zählen im Nebentermin Jänner 2019 fünf Aufgaben (2b 1, 2b 2, 2b 3, 3c 2, 5a 1), im Haupttermin Mai 2018 vier Aufgaben (1a 1, 1c 2, 3b 1, 6a 1), im Nebentermin September 2018 drei Aufgaben (2a 2, 2c 1, 2c 2), im Nebentermin Jänner 2019 drei Aufgaben (1c 2, 4a 1, 4b 1) und im Haupttermin Mai 2019 ebenso drei Aufgaben (2a 2, 2c 1, 5a 2).

Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	5 / 12	41,67 %
Mai 2018	4 / 11	36,36 %
September 2018	3 / 12	25,00 %
Jänner 2019	3 / 10	30,00 %
Mai 2019	3 / 9	33,33 %
gesamt	18 / 54	33,33 %

Tabelle 14: Häufigkeiten der Tätigkeit Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen (BHS)

Das *Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen* stellt mit einem Vorkommen in 18 Aufgabenstellungen die größte Anzahl dar. Mit einem Prozentsatz von 33,33 % liegt das Abverlangen dieser Tätigkeit deutlich über den anderen.

Betrachtet man alle analysierten Maturatermine, so bleibt lediglich eine Aufgabenstellung übrig (Termin Mai 2018, Aufg. 2c 2), welche den ausgewählten Bereichen nicht direkt zuordenbar ist. Sie gehört der Kompetenz der Interpretation des Differenzenquotienten an. Dies entspricht den restlichen 1,85 %.

Die höchste Anzahl erreichte in der BHS die Tätigkeit *Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen* und zwar mit 33,33 %. Die Tätigkeiten *Aufstellen von Gleichungen* und *AbleSEN aus Graphen* liegen mit 22,22 % etwas dahinter und das *Aufstellen von Gleichungen* sowie das *Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen* kommen mit 11,11 % und 9,26 % im Vergleich mit den anderen eher selten vor.

3.3.3 Vergleich AHS – BHS

Stellt man nun die analysierten Daten aus den jeweiligen Sparten der AHS und BHS gegenüber, ergibt sich folgendes Diagramm:

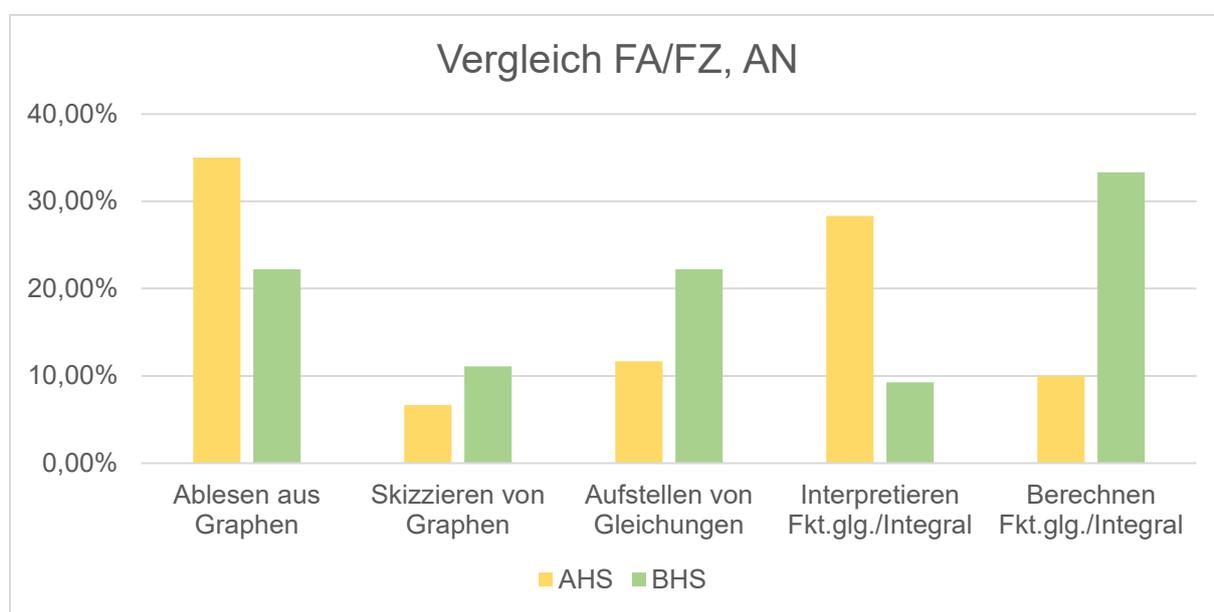


Abbildung 22: Vergleich der Inhaltsbereiche Funktionale Abhängigkeiten bzw. Funktionale Zusammenhänge und Analysis (AHS und BHS)

In dem dargestellten Diagramm ist ersichtlich, dass jede der analysierten Tätigkeiten sowohl bei der AHS-Reifeprüfung als auch bei der BHS-Reife- und Diplomprüfung abverlangt wird. Es gibt jedoch in allen Bereichen prozentuelle Unterschiede in der Häufigkeit des Vorkommens.

Weiters ist zu beobachten, dass die Tätigkeit *AbleSEN aus Graphen* und *Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen* in den AHS-Aufgaben deutlich öfter geprüft wird, wogegen in der BHS die Bereiche *Skizzieren von Graphen*, *Aufstellen von*

Gleichungen als auch *Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen* überwiegend öfter gefordert werden.

Die folgende Tabelle zeigt eine Gegenüberstellung der genauen Prozentsätze:

Tätigkeit	AHS	BHS
Ablesen aus Graphen	35,00 %	22,22 %
Skizzieren von Graphen	6,67 %	11,11 %
Aufstellen von Gleichungen	11,67 %	22,22 %
Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen	28,33 %	9,26 %
Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen	10,00 %	33,33 %

Tabelle 15: Gegenüberstellung der Prozentsätze des Vorkommens ausgewählter Tätigkeiten in AHS und BHS

Die farbliche Markierung soll die höchsten Prozentsätze sowie den Zusammenhang zum oben angeführten Diagramm besser erkenntlich machen.

Aus der oben beschriebenen Erkenntnis des mehrheitlichen Aufkommens bestimmter Bereiche in der BHS kann man den Schluss ziehen, dass in dieser, wie der Name schon sagt – Berufsbildende Höhere Schule –, die direkte Berechnung von Werten beziehungsweise das Aufstellen von Gleichungen mit anschließender Berechnung dieser oberste Priorität hat. Eventuell können hier übergreifende Fähigkeiten zu anderen technischen Fächern angebracht werden. Die Bereiche *Ablesen aus Graphen* und *Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen* treten vergleichsweise selten auf, was möglicherweise auf die oben beschriebene Wichtigkeit des aktiven Arbeitens mit Zahlen und Werten (aufstellen, berechnen, etc.) zurückzuführen ist.

Im Vergleich dazu werden genau diese beiden Sparten in der AHS wesentlich öfter abgefragt. Das bedeutet, dass hier mehr Wert auf das Ablesen sowie das Interpretieren von gegebenen Sachverhalten gelegt wird, als auf das aktive Arbeiten.

Auffällig sind speziell die Bereiche *Interpretieren* und *Berechnen*, bei welchen zum einen die AHS ein um mehr als das Dreifache (28,33 % vs. 9,26 %) höheres Vorkommen aufweist und zum anderen die BHS ebenso ein um mehr als das Dreifache (10 % vs. 33,33 %) höhere Auftreten dieser Tätigkeit aufzeigt.

3.4 Inhaltsbereich Wahrscheinlichkeit und Statistik/Stochastik

Da sich eine Aufteilung in bestimmte Tätigkeitsbereiche (wie in Kapitel 3.3 Inhaltsbereich Funktionale Abhängigkeiten/Zusammenhänge und Analysis) in der Wahrscheinlichkeit und Statistik/Stochastik nicht besonders gut eignet, werden hier die Aufgabenstellungen der AHS- und BHS-Matura in inhaltliche Bereiche gegliedert, was jedoch auch indirekt mit unterschiedlichen Tätigkeiten zu tun hat:

-) Beschreibende Statistik
-) Grundbegriffe
-) Binomialverteilung
-) Normalverteilung
-) Schließende/beurteilende Statistik

3.4.1 AHS

Aufgrund der gleich verteilten Anzahl vorkommender Inhaltsbereiche in der AHS gibt es hier 30 Typ-1-Aufgaben, welche analysiert werden.

3.4.1.1 Beschreibende Statistik

Unter den Bereich *beschreibende Statistik* fallen jene Aufgaben, in welchen Kennzahlen wie die absolute und relative Häufigkeit, das arithmetische Mittel, der Median, der Modus, die Quartile, die Spannweite und die empirische Varianz/Standardabweichung berechnet und/oder interpretiert werden müssen. Des Weiteren zählen dazu Aufgaben bezüglich der Eigenschaften des arithmetischen Mittels und des Medians sowie Begründungen zur Verwendung einer bestimmten Kennzahl. Auch Aufgabenstellungen zur Erstellung statistischer Grafiken (Boxplot) werden in diesem Punkt miteinbezogen.

Im Nebentermin Jänner 2018 gab es zwei Aufgabenstellungen (19, 20), im Haupttermin 2018 eine Aufgabe (20), im Nebentermin September 2018 eine Aufgabe (20), im Nebentermin Jänner 2019 eine Aufgabe (20) und im Haupttermin Mai 2019 zwei Aufgaben (19, 20), welche diesem Bereich zugeordnet werden können.

Die folgende Tabelle zeigt die absoluten sowie relativen Häufigkeiten des Vorkommens dieser Tätigkeit bei den einzelnen Terminen sowie deren Gesamtanzahl.

Beschreibende Statistik		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	2 / 6	33,33 %
Mai 2018	1 / 6	16,67 %
September 2018	1 / 6	16,67 %
Jänner 2019	1 / 6	16,67 %
Mai 2019	2 / 6	33,33 %
gesamt	7 / 30	23,33 %

Tabelle 16: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs beschreibende Statistik (AHS)

Die *beschreibende Statistik* tritt von insgesamt 30 Aufgaben siebenmal auf – dies entspricht einem Prozentsatz von 23,33 %. Hier ist auffällig, dass es sich bei jedem Termin um die Aufgabe 19 und/oder 20 handelt.

3.4.1.2 Grundbegriffe

Zum Punkt *Grundbegriffe* zählen einerseits Aufgaben, bei welchen Laplace-Wahrscheinlichkeiten berechnet und interpretiert werden müssen. Des Weiteren fallen unter diesen Bereich Aufgaben, bei welchen Baumdiagramme mit den richtigen Werten beschriftet und mittels Pfadregeln berechnet oder gegebene Baumdiagramme interpretiert und/oder mittels Pfadregeln berechnet werden müssen.

Bei jedem der ausgewählten Termine fällt die Aufgabe 21 in den Bereich *Grundbegriffe*.

Grundbegriffe		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	1 / 6	16,67 %
Mai 2018	1 / 6	16,67 %
September 2018	1 / 6	16,67 %
Jänner 2019	1 / 6	16,67 %
Mai 2019	1 / 6	16,67 %
gesamt	5 / 30	16,67 %

Tabelle 17: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Grundbegriffe (AHS)

Die Beschäftigung mit, vorwiegend, Baumdiagrammen kommt bei jedem Termin genau einmal vor – dies entspricht einem Prozentsatz von 16,67 %.

3.4.1.3 Binomialverteilung

In den Bereich der *Binomialverteilung* gehören jene Aufgaben, bei welchen der Erwartungswert und die Varianz/Standardabweichung binomialverteilter Zufallsgrößen berechnet und/oder interpretiert werden müssen. Ebenso zählen zu diesem Punkt Aufgaben, bei welchen mit der Binomialverteilung und/oder dem Binomialkoeffizienten gerechnet werden muss.

Im Nebentermin Jänner 2018 gab es eine Aufgabe (23), im Haupttermin 2018 eine Aufgabe (23), im Nebentermin September 2018 zwei Aufgaben (22, 23), im Nebentermin Jänner 2019 eine Aufgabe (22) und im Haupttermin Mai 2019 ebenso eine Aufgabe (23), welche diesem Bereich zugeordnet werden können.

Binomialverteilung		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	1 / 6	16,67 %
Mai 2018	1 / 6	16,67 %
September 2018	2 / 6	33,33 %
Jänner 2019	1 / 6	16,67 %
Mai 2019	1 / 6	16,67 %
gesamt	6 / 30	20,00 %

Tabelle 18: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Binomialverteilung (AHS)

Die Binomialverteilung kommt sechsmal in den 30 ausgewählten Aufgaben vor – dies entspricht einem Prozentsatz von 20 %. Ebenso kann man hier ein Muster erkennen und zwar, dass die Binomialverteilung bei jedem Termin in der Aufgabe 22 und/oder 23 zu finden ist.

3.4.1.4 Normalverteilung

Unter diesen Punkt fallen Aufgaben, in welchen Zusammenhänge mit der Normalverteilung berechnet und/oder interpretiert werden müssen sowie Aufgaben, in welchen die Normalapproximation der Binomialverteilung interpretiert und angewendet werden soll.

In diesen Bereich fällt nur die Aufgabe 23 des Nebentermins Jänner 2019, was einen Prozentsatz von **3,3 %** ergibt. Mit dieser Häufigkeit ist die *Normalverteilung* die am wenigsten vorkommende.

Normalverteilung		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	0 / 6	0 %
Mai 2018	0 / 6	0 %
September 2018	0 / 6	0 %
Jänner 2019	1 / 6	16,67 %
Mai 2019	0 / 6	0 %
gesamt	1 / 30	3,33 %

Tabelle 19: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Normalverteilung (AHS)

3.4.1.5 Schließende/ beurteilende Statistik

In den Bereich schließende/beurteilende Statistik fallen Aufgaben, in welchen Konfidenzintervalle interpretiert und angewendet werden sollen.

Auch hier gibt es bei jedem Termin nur eine Aufgabe (jeweils Aufg. 24), welche in genau diesen Bereich fällt. Dies ergibt einen Prozentsatz von **16,67 %** und macht somit die *schließende/beurteilende Statistik* vom Aufkommen her gleichwertig mit dem Bereich der *Grundbegriffe*.

Schließende/ beurteilende Statistik		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	1 / 6	16,67 %
Mai 2018	1 / 6	16,67 %
September 2018	1 / 6	16,67 %
Jänner 2019	1 / 6	16,67 %
Mai 2019	1 / 6	16,67 %
gesamt	5 / 30	16,67 %

Tabelle 20: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs schließende/beurteilende Statistik (AHS)

Es bleiben insgesamt sechs Aufgaben übrig, welche in keinen der oben ausgewählten Bereiche direkt zuordenbar sind. Diese handeln vom Ablesen aus tabellarischen und elementaren grafischen Darstellungen sowie vom Interpretieren allgemeiner Begriffe. Dies ergibt die restlichen **20 %**.

3.4.2 BHS

Die Aufteilung der vorkommenden Inhaltsbereiche ist, wie bereits oben beschrieben, in der BHS nicht einheitlich geregelt. Trotz allem ist ein Vergleich angemessen, da es bei den fünf ausgewählten Terminen insgesamt 32 Aufgabenstellungen gibt, die dem Bereich der Stochastik zugeordnet werden.

3.4.2.1 Beschreibende Statistik

Wie auch in der AHS fallen in den Bereich der *beschreibenden Statistik* jene Aufgaben, in welchen Kennzahlen wie die absolute und relative Häufigkeit, das arithmetische Mittel, der Median, der Modus, die Quartile, die Spannweite und die empirische Varianz/Standardabweichung berechnet und/oder interpretiert werden müssen. Des Weiteren zählen dazu Aufgaben bezüglich der Eigenschaften des arithmetischen Mittels und des Medians sowie Begründungen zur Verwendung einer bestimmten Kennzahl. Auch Aufgabenstellungen zur Erstellung statistischer Grafiken (Boxplot) werden in diesem Punkt miteinbezogen.

Im Nebentermin Jänner 2018 gibt es eine Aufgabe (1c 1), im Haupttermin Mai 2018 drei Aufgaben (4a 1, 4a 2, 4b 1), im Nebentermin September 2018 keine Aufgabe, im Nebentermin Jänner 2019 drei Aufgaben (6a 1, 6a 2, 6b 1) und im Haupttermin Mai 2019 zwei Aufgaben (1a 1, 4c 1), welche unter diesen Punkt fallen.

Die folgende Tabelle stellt wiederum die absoluten sowie relativen Häufigkeiten des Vorkommens dieses Bereichs dar.

Beschreibende Statistik		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	1 / 4	25,00 %
Mai 2018	3 / 8	37,50 %
September 2018	0 / 3	0 %
Jänner 2019	3 / 9	33,33 %
Mai 2019	2 / 8	25,00 %
gesamt	9 / 32	28,13 %

Tabelle 21: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs beschreibende Statistik (BHS)

Die *beschreibende Statistik* ist mit neun von insgesamt 32 Aufgabenstellung und einem Prozentsatz von 28,13 % der am höchsten auftretende Bereich.

3.4.2.2 Grundbegriffe

Wie auch bei den AHS-Aufgaben zählen zum Punkt *Grundbegriffe* Aufgaben rund um die Laplace-Wahrscheinlichkeit sowie Aufgaben, welche mittels Baumdiagrammen und den zugehörigen Pfadregeln lösbar sind.

Im Nebentermin Jänner 2018 gibt es keine Aufgaben, im Haupttermin Mai 2018 zwei Aufgaben (5a 1, 5a 2), im Nebentermin September 2018 keine Aufgaben, im Nebentermin Jänner 2019 drei Aufgaben (3a 1, 3a 2, 3c 2) und im Haupttermin Mai 2019 drei Aufgaben (3a 1, 3a 2, 3a 3), die in diesen Bereich fallen.

Bedingte Wahrscheinlichkeit		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	0 / 4	0 %
Mai 2018	2 / 8	25,00 %
September 2018	0 / 3	0 %
Jänner 2019	3 / 9	33,33 %
Mai 2019	3 / 8	37,5 %
gesamt	8 / 32	25,00 %

Tabelle 22: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Bedingte Wahrscheinlichkeit (BHS)

Mit acht von 32 Aufgabenstellungen und einem Prozentsatz von 25 %, die in diesen Bereich fallen, liegt die *bedingte Wahrscheinlichkeit* knapp hinter der *beschreibenden Statistik*.

3.4.2.3 Binomialverteilung

Zum Punkt der *Binomialverteilung* zählen Aufgaben rund um den Erwartungswert und die Varianz/Standardabweichung binomialverteilter Zufallsgrößen sowie Aufgaben, bei welchen mit der Binomialverteilung und/oder dem Binomialkoeffizienten gearbeitet werden muss.

Im Nebentermin Jänner 2018 gibt es eine Aufgabe (4b 1), im Haupttermin Mai 2018 eine Aufgabe (5b 1), im Nebentermin September 2018 drei Aufgaben (1a 1, 1a 2, 1b 1), im Nebentermin Jänner 2019 eine Aufgabe (3b 1) und im Haupttermin Mai 2019 zwei Aufgaben (3b 1, 3c 1), die in diesen Bereich fallen.

Die folgende Tabelle zeigt die absoluten und relativen Häufigkeiten.

Binomialverteilung		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	1 / 4	25,00 %
Mai 2018	1 / 8	12,50 %
September 2018	3 / 3	100,00 %
Jänner 2019	1 / 9	11,11 %
Mai 2019	2 / 8	25,00 %
gesamt	8 / 32	25,00 %

Tabelle 23: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Binomialverteilung (BHS)

Die *Binomialverteilung* kommt in den BHS-Aufgabenstellungen ebenso achtmal vor und ist, bezüglich der Häufigkeit des Auftretens, gleichwertig wie die *bedingte Wahrscheinlichkeit* zu sehen.

3.4.2.4 Normalverteilung

In diesen Punkt fallen, wie in der AHS, Aufgaben, in welchen Zusammenhänge mit der Normalverteilung berechnet und/oder interpretiert werden müssen sowie Aufgaben, bei welchen die Normalapproximation der Binomialverteilung interpretiert und angewendet werden soll.

Im Nebentermin Jänner 2018 gibt es zwei Aufgaben (1a 1, 1a 2), im Haupttermin Mai 2018 zwei Aufgaben (4c 1, 4c 2), im Nebentermin September 2018 keine Aufgaben, im Nebentermin Jänner 2019 zwei Aufgaben (6c 1, 6c 2) und im Haupttermin Mai 2019 eine Aufgabe (2b 1), welche in diesen Bereich fallen.

Normalverteilung		
Termin	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Jänner 2018	2 / 4	50,00 %
Mai 2018	2 / 8	25,00 %
September 2018	0 / 3	0 %
Jänner 2019	2 / 9	22,22 %
Mai 2019	1 / 8	12,50 %
gesamt	7 / 32	21,88 %

Tabelle 24: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Normalverteilung (BHS)

Die *Normalverteilung* kommt von insgesamt 32 Aufgabenstellungen siebenmal vor, was einem Prozentsatz von 21,88 % entspricht.

3.4.2.5 Schließende/ beurteilende Statistik

In den Bereich der schließenden/beurteilenden Statistik können keine BHS-Aufgabenstellungen der ausgewählten Termine zugeordnet werden.

Ebenso bleiben keine Aufgabenstellungen mehr übrig, welche nicht direkt einem der fünf analysierten Bereiche zugeordnet werden können.

3.4.3 Vergleich AHS-BHS

Stellt man nun die Daten der Tabellen der AHS und BHS in Form eines Diagramms dar, erkennt man die Unterschiede, welche zwischen den beiden Schulformen in der Zentralmatura (Angewandte) Mathematik im Bereich Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik/Stochastik gemacht werden.

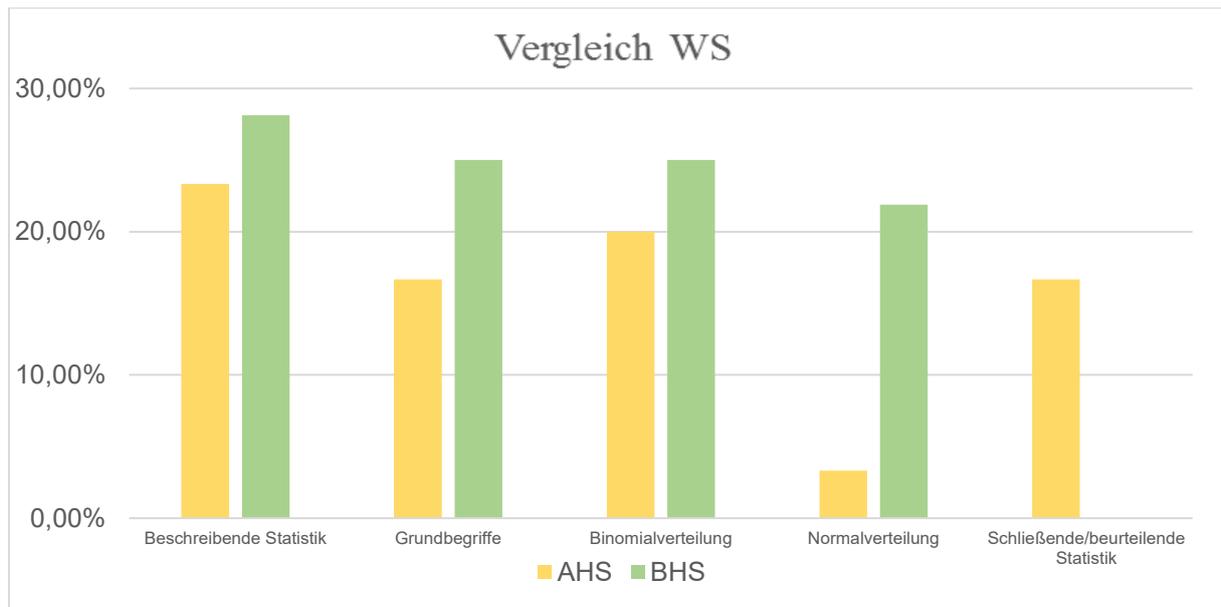


Abbildung 23: Vergleich der vorkommenden Inhaltsbereiche in der Wahrscheinlichkeit und Statistik bzw. Stochastik (AHS und BHS)

Im Zuge der Betrachtung des Diagramms fällt auf, dass es in der BHS in den ersten vier Bereichen jeweils mehrere Aufgaben gibt als in der AHS. Weiters wird deutlich, dass in der AHS auch die schließende/beurteilende Statistik regelmäßig abgeprüft wird, was in der BHS nicht der Fall ist. Dort kommen solche Aufgaben nämlich bei keinem der ausgewählten Termine vor.

Die folgende Tabelle zeigt eine Gegenüberstellung der genauen Prozentsätze:

Tätigkeit	AHS	BHS
Beschreibende Statistik	23,33 %	28,13 %
Grundbegriffe	16,67 %	25,00 %
Binomialverteilung	20,00 %	25,00 %
Normalverteilung	3,33 %	21,88 %
Schließende/beurteilende Statistik	16,67 %	0 %

Tabelle 25: Gegenüberstellung der Prozentsätze des Vorkommens ausgewählter Inhaltsbereiche in AHS und BHS

Die farbliche Markierung soll die höchsten Prozentsätze sowie den Zusammenhang zum oben angeführten Diagramm besser erkenntlich machen.

Wie bereits erläutert, unterliegen in der BHS alle Bereiche, außer die schließende/beurteilende Statistik, einer deutlichen Mehrheit. Warum dieser Bereich in den BHS-Aufgabenstellungen kein einziges Mal vorkommt, bleibt unklar.

Die Bereiche *beschreibende Statistik*, *Grundbegriffe* als auch *Binomialverteilung* sind prozentuell nicht so stark zu unterscheiden. Anders jedoch die Aufgabenstellungen zum Thema *Normalverteilung*, welche in der BHS mit 21,88 % deutlich häufiger vorkommen als in der AHS mit lediglich 3,33 %. Man erkennt also, dass diese Verteilung in der AHS eine nicht solche hohe Priorität hat.

Am stärksten vertreten sind die Aufgabenstellungen der *beschreibenden Statistik*, welche in der AHS als auch in der BHS die höchsten Prozentsätze annimmt.

Besonders auffällig sind die nahezu gleichmäßig oft vorkommenden Aufgabenstellungen der einzelnen Bereiche der Wahrscheinlichkeit und Statistik der AHS sowie deren gleichgewählte Verteilung auf die Aufgabennummern. Als Beispiel wird die Thematik der *Grundbegriffe*, welche von Laplace-Wahrscheinlichkeiten und Baumdiagrammen handelt, bei jedem der ausgewählten Termine nur einmal abgeprüft und zwar immer im Zuge der Aufgabennummer 21. Solch ein Muster ist in den BHS-Aufgabenstellungen der Stochastik nicht erkennbar.

Da nun die Analyse der Zuordnungsbereiche der jeweiligen Aufgaben im AHS- und BHS-Bereich abgeschlossen ist, sollen im Folgenden die Sachaufgaben noch auf deren Kontextbezogenheit analysiert werden. Wie bereits erklärt, sind in der BHS alle Aufgaben Sachaufgaben, wogegen die AHS-Aufgaben nur zu ca. 50 % kontextgebunden sind. Die Aufgabenstellungen der ausgewählten fünf Termine der Zentralmatura sollen nun nach ihren jeweiligen Anwendungsgebieten (Physik, Medizin, Kostenrechnung) untersucht werden. Anschließend wird wieder ein Vergleich zwischen den AHS- und der BHS-Aufgaben stattfinden.

3.5 Anwendungsbereiche der Sachaufgaben

Den Sachaufgaben liegen viele verschiedene Kontexte zu Grunde. Nach einer Analyse jener wurden die folgenden drei Anwendungsbereiche herangezogen, welche am häufigsten vorkommen, nämlich Physik, Medizin und Kostenrechnung.

Es folgt eine kurze Aufschlüsselung zur Beantwortung der Frage, unter welchen Kriterien eine Sachaufgabe einem der genannten Bereiche zugeordnet werden kann.

-) Physik

In den Bereich der Physik fallen alle Sachaufgaben, welche mit physikalischen Vorgängen und Größen zu tun haben. Darunter fallen beispielsweise Aufgaben, welche die folgenden Punkte behandeln: Durchflussrate, Geschwindigkeit und Beschleunigung, Energiequellen, physikalische Gesetze oder andere physikalische Größen.

-) Medizin

Unter einen medizinischen Kontext fallen Aufgabenstellungen, welche beispielsweise von Medikamenten, Nebenwirkungen von Medikamenten, Impfstoffen, etc. handeln.

-) Kostenrechnung

Zum Bereich der Kostenrechnung werden jene Aufgabenstellungen gezählt, welche von diversen Kostenaufstellungen, Ausgaben, Erlösen, Gehältern, etc. handeln.

Im Allgemeinen gilt es hierbei nicht, Aufgaben zu finden, welche beispielsweise besser in der Physik oder in Rechnungswesen untergebracht wären, sondern um die reine Abgrenzung der Anwendungsbereiche beziehungsweise die Betrachtung der zugrundeliegenden Kontexte der Aufgaben.

3.5.1 AHS

Zur Analyse der Sachaufgaben in der AHS werden, wie bereits oben beschrieben (siehe 3.2.1.3 Aufgaben als Sachaufgaben), 59 Sachaufgaben herangezogen.

3.5.1.1 Physik

Im Nebentermin Jänner 2018 haben fünf Aufgaben (2, 7, 11, 13, 19), im Haupttermin Mai 2018 zwei Aufgaben (8, 14), im Nebentermin September 2018 drei Aufgaben (12, 18, 21), im Nebentermin Jänner 2019 zwei Aufgaben (9, 14) und im Haupttermin Mai 2019 ein Aufgabe (2) einen physikalischen Kontext.

Das heißt, in den fünf ausgewählten Terminen kommt insgesamt 13-mal der Kontext Physik vor – dies ergibt einen Prozentsatz von **22,03 %**. Die physikalische Anwendung nimmt also den höchsten Stellenwert bei den AHS-Aufgabenstellungen ein.

Eine Beispielaufgabe, welche im Kontext der Physik gestellt wird, wird in der nächsten Abbildung dargestellt.

Aufgabe 2

Anhalteweg

Schülerinnen und Schüler einer Fahrschule lernen die nachstehende Formel für die näherungsweise Berechnung des Anhaltewegs s . Dabei ist v die Geschwindigkeit des Fahrzeugs (s in m, v in km/h).

$$s = \frac{v}{10} \cdot 3 + \left(\frac{v}{10}\right)^2$$

Bei „Fahren auf Sicht“ muss man jederzeit die Geschwindigkeit so wählen, dass man innerhalb der Sichtweite anhalten kann. „Sichtweite“ bezeichnet dabei die Länge des Streckenabschnitts, den man sehen kann.

Aufgabenstellung:

Berechnen Sie die maximal zulässige Geschwindigkeit bei einer Sichtweite von 25 m!

Die maximal zulässige Geschwindigkeit beträgt \approx _____ km/h.

Abbildung 24: Beispielaufgabe Kontext Physik (AHS)⁶³

3.5.1.2 Medizin

Im Nebentermin Jänner 2018 gibt es keine Aufgaben, im Haupttermin Mai 2018 ebenso keine, im Nebentermin September 2018 eine Aufgabe (23), im Nebentermin Jänner 2019 eine Aufgabe (11) und im Haupttermin Mai 2019 zwei Aufgaben (11, 22), welche in den medizinischen Bereich fallen.

⁶³ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Haupttermin 2018/19 – Mathematik (AHS), S. 4.

Dieser Kontext kommt also nur viermal in den AHS-Aufgabenstellungen der fünf ausgewählten Termine vor – dies ergibt einen Prozentsatz von **6,78 %**.

Als Beispiel kann hier die Aufgabe 11 des Nebentermins Jänner 2019 herangezogen werden.

Aufgabe 11

Dicke einer Bleiplatte

In der Medizintechnik werden Röntgenstrahlen eingesetzt. Durch den Einbau von Bleiplatten in Schutzwänden sollen Personen vor diesen Strahlen geschützt werden. Man geht davon aus, dass pro 1 mm Dicke der Bleiplatte die Strahlungsintensität um 5 % abnimmt.

Aufgabenstellung:

Berechnen Sie die notwendige Dicke x (in mm) einer Bleiplatte, wenn die Strahlungsintensität auf 10 % der ursprünglichen Strahlungsintensität, mit der die Strahlen auf die Bleiplatte auftreffen, gesenkt werden soll!

Abbildung 25: Beispielaufgabe Kontext Medizin (AHS)⁶⁴

3.5.1.3 Kostenrechnung

Im Nebentermin Jänner 2018 zählen zum Bereich der Kostenrechnung null Aufgaben, im Haupttermin Mai 2018 drei Aufgaben (2, 15, 20), im Nebentermin September 2018 zwei Aufgaben (3, 4), im Nebentermin Jänner 2019 eine Aufgabe (8) und im Haupttermin Mai 2019 ebenso eine Aufgabe (14).

Aufgabenstellungen mit dem Kontext der Kostenrechnung kommen also insgesamt siebenmal in den ausgewählten Terminen vor – dies ergibt einen Prozentsatz von **11,86 %**.

Als Beispiel für eine Aufgabe mit dem Kontext der Kostenrechnung wird folgende Aufgabenstellung dargelegt.

⁶⁴ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Nebentermin 2 2017/18 – Mathematik (AHS), S. 15.

Aufgabe 8

Kosten und Erlös

Für ein Produkt sind die Kostenfunktion K mit $K(x) = 2 \cdot x + 4\,000$ und die Erlösfunktion E mit $E(x) = 10 \cdot x$ bekannt, wobei x die Anzahl der produzierten Mengeneinheiten ist und alle produzierten Mengeneinheiten verkauft werden. Kosten und Erlös werden jeweils in Euro angegeben. Der Schnittpunkt der beiden Funktionsgraphen ist $S = (500|5\,000)$.

Aufgabenstellung:

Interpretieren Sie die Koordinaten 500 und 5000 des Schnittpunkts S im gegebenen Kontext!

Abbildung 26: Beispielaufgabe Kontext Kostenrechnung (AHS)⁶⁵

Die restlichen Aufgabenstellungen handeln über andere Bereiche, wie beispielsweise Sport, Biologie, Musik, Politik oder sind nicht direkt einem bestimmten Bereich zuordenbar.

3.5.2 BHS

Wie bereits oben beschrieben (siehe 3.2.2.3 Aufgaben als Sachaufgaben) werden in der BHS von 122 Aufgabenstellungen 122 als Sachaufgaben gestellt.

3.5.2.1 Physik

Im Nebentermin Jänner 2018 kommt der physikalische Kontext neunmal (Aufg. 2a 1, 2a 2, 2b 1, 2b 2, 2b 3, 2c 1, 4c 2, 5b 1, 5b 2), im Haupttermin Mai 2018 achtmal (Aufg. 1a 1, 1b 1, 1b 2, 1c 1, 1c 2, 3a 1, 3b 1, 3c 1), im Nebentermin September 2018 14-mal (Aufg. 2a 1, 2a 2, 2b 1, 2b 2, 2c 1, 2c 2, 2d 1, 4a 1, 4b 1, 4c 1, 4c 2, 4d 1, 5a 1, 5a 2), im Nebentermin Jänner 2019 zehnmal (Aufg. 1a 1, 1b 1, 1b 2, 1c 1, 4c 1, 6a 1, 6a 2, 6b 1, 6c 1, 6c 2) und im Haupttermin Mai 2019 sechsmal (Aufg. 1b 1, 1c 2, 4a 1, 5a 1, 5a 2, 5b 1) vor.

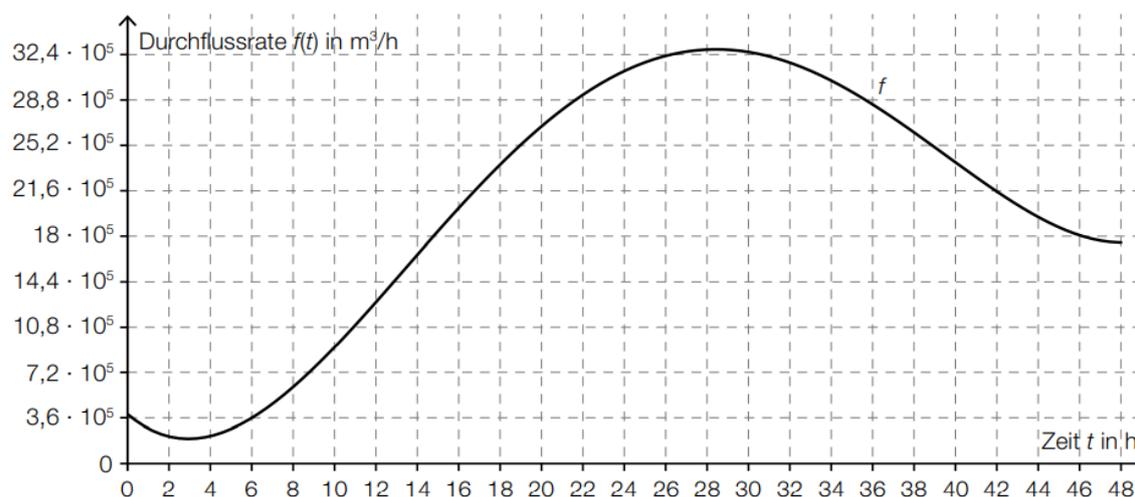
Insgesamt kommt der Kontext der Physik in der BHS also 47-mal vor. Dies entspricht einen Prozentsatz von **38,52 %**. Im Vergleich zu den anderen Bereichen ist jener auch am öftesten vertreten.

⁶⁵ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Nebentermin 2 2017/18 – Mathematik (AHS), S. 12.

Im Folgenden wird wiederum eine Aufgabe mit physikalischem Hintergrund als Beispiel der BHS-Matura gezeigt.

- b) Der Genfer See wird durch mehrere Flüsse gespeist. Der Wasserstand des Sees wird beim Abfluss reguliert.

Die nachstehende Grafik zeigt den Verlauf der Durchflussrate des Wassers beim Abfluss innerhalb von 48 Stunden.



- Beschreiben Sie unter Angabe der entsprechenden Einheit, was mit dem Ausdruck $\int_0^{48} f(t) dt$ im gegebenen Sachzusammenhang berechnet wird. [1 Punkt]

Abbildung 27: Beispielaufgabe Kontext Physik (BHS)⁶⁶

3.5.2.2 Medizin

Im Nebentermin Jänner 2018 kommt der medizinische Kontext gar nicht, im Haupttermin Mai 2018 ebenso gar nicht, im Nebentermin September 2018 viermal (Aufg. 3a 1, 3a 2, 3b 1, 3b 2), im Nebentermin Jänner 2019 dreimal (Aufg. 5a 1, 5b 1, 5c 1) und im Haupttermin Mai 2019 wiederum dreimal (Aufg. 2b 1, 2c 1, 2c 2) vor.

Der Kontext Medizin kommt zehnmal in den fünf ausgewählten Terminen vor. Dies entspricht einem Prozentsatz von **8,2 %**, welcher in etwa dem der AHS-Aufgabenstellungen mit jener Anwendung entspricht.

Die folgende Aufgabenstellung zeigt wiederum ein Beispiel für den medizinischen Bereich, um sich eine solche besser vorstellen zu können.

⁶⁶ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Nebentermin 2 2016/17 – Angewandte Mathematik (BHS) – Cluster 2, S. 12f.

Aufgabe 3

Impfen und Auffrischen

Mithilfe der Konzentration von Antikörpern im Blut wird bestimmt, ob nach einer Impfung ausreichender Impfschutz besteht. Diese Konzentration wird oft als Antikörperwert bezeichnet und in „Internationalen Einheiten pro Liter“ (IE/L) angegeben.

- a) Bei Anna wurde unmittelbar nach einer Impfung ein Antikörperwert von 110 IE/L gemessen. Der Antikörperwert sinkt kontinuierlich und nimmt bei Anna pro Jahr um 20 % in Bezug auf das jeweils vorhergehende Jahr ab.

Der Antikörperwert in Annas Blut (in IE/L) soll in Abhängigkeit von der Zeit t (in Jahren) durch eine Funktion A beschrieben werden.

- 1) Erstellen Sie eine Gleichung der Funktion A . Wählen Sie $t = 0$ für den Zeitpunkt der Messung. [1 Punkt]

Abbildung 28: Beispielaufgabe Kontext Medizin (BHS)⁶⁷

3.5.2.3 Kostenrechnung

Im Nebentermin Jänner 2018 kommen Aufgaben mit dem Kontext der Kostenrechnung gar nicht, im Haupttermin Mai 2018 einmal (Aufg. 2a 1), im Nebentermin September 2018 gar nicht, im Nebentermin Jänner 2019 zweimal (Aufg. 1c 1, 1c 2) und im Haupttermin Mai 2019 gar nicht vor.

Aufgabenstellungen rund um die Kostenrechnung kommen in der BHS insgesamt nur dreimal vor. Dies entspricht einem Prozentsatz von **2,5 %**.

In der BHS nimmt dieser Kontext einen sehr niedrigen Prozentsatz an. Trotzdem soll eine Beispielaufgabe offengelegt werden.

⁶⁷ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Nebentermin 1 2017/18 – Angewandte Mathematik (BHS) – HTL 2, S. 8f.

Aufgabe 1

Treppenlift

Vielen Menschen fällt das Treppensteigen mit zunehmendem Alter immer schwerer. Ein Treppenlift kann das Überwinden der Treppe wieder erheblich erleichtern.

- c) Frau Huber möchte in Ihrem Haus einen Treppenlift einbauen lassen.
Folgende zwei Angebote stehen zur Wahl (mögliche Zinsen bleiben unberücksichtigt):
Angebot 1: ein Treppenlift zu einem Kaufpreis von € 9.480
Angebot 2: ein Treppenlift mit einer Einmalzahlung von € 300 und einer monatlichen Miete von € 60

- 1) Stellen Sie für beide Angebote je eine Funktionsgleichung auf, die die Kosten in Abhängigkeit von der Zeit in Monaten beschreibt. [1 Punkt]

Abbildung 29: Beispielaufgabe Kontext Kostenrechnung (BHS)⁶⁸

Die restlichen Aufgaben gehören anderen Bereichen wie beispielsweise Sport, Politik, Geografie oder rein der Mathematik an. Viele Aufgaben sind nicht direkt einem bestimmten Bereich zuzuordnen.

3.5.3 Vergleich AHS – BHS

In der AHS als auch in der BHS ist der Kontext Physik am stärksten vertreten. Die Bereiche Medizin und Kostenrechnung sind in der AHS stärker als in der BHS vertreten. Besonders auffällig ist hier auch, dass in der BHS nur 2,5 % der Aufgaben einen Bezug zu Geld beziehungsweise Kosten haben.

Zur besseren Verdeutlichung der Prozentsätze wird im Folgenden ein Diagramm dargestellt.

⁶⁸ BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Nebentermin 2 2017/18 – Angewandte Mathematik (BHS) – HTL 2, S. 5.

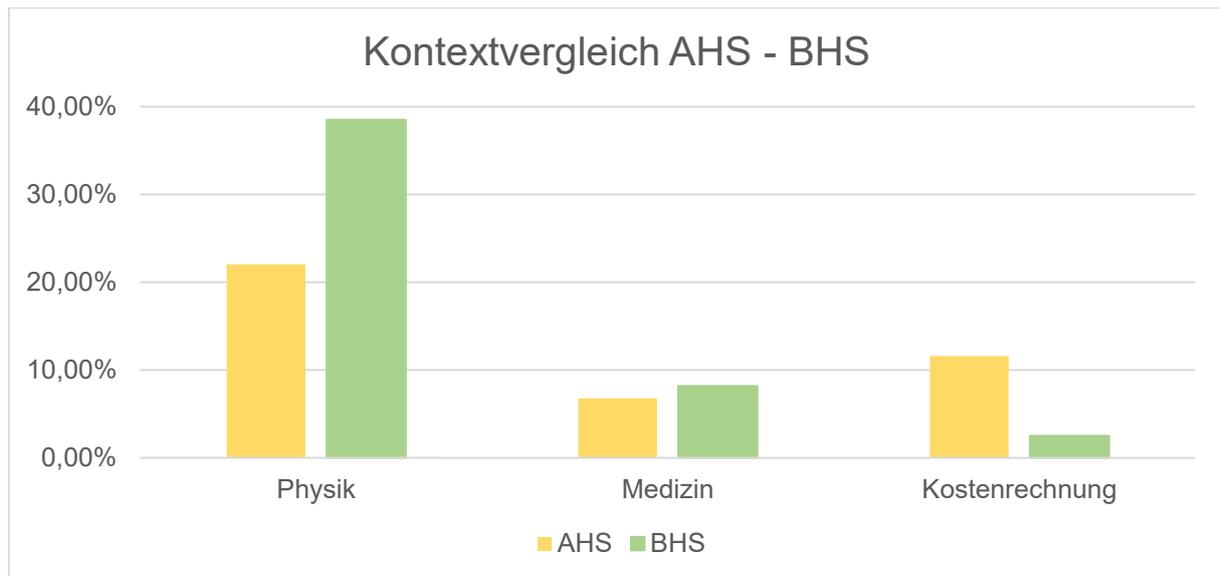


Abbildung 30: Kontextvergleich (AHS und BHS)

Das häufige Vorkommen eines physikalischen Kontextes in den BHS-Aufgabenstellungen ist für den Schultyp der HTL wahrscheinlich auf die technische Fachrichtung zurückzuführen. Da jedoch die Typ-A-Aufgaben auch in beispielsweise der HAK dieselben sind, ist der hohe Anteil an Physik eher unverständlich.

Auffällig ist jedoch auch der ziemlich niedrige Prozentsatz der Kostenrechnung, da man denkt, dass diese Richtung in der BHS einen hohen Wichtigkeitsfaktor annimmt.

In der AHS als auch in der BHS sind insgesamt sehr viele Aufgabenstellungen übrig geblieben, welche keinem der drei ausgewählten Bereiche zuordenbar sind. Dies ist verwunderlich, da man möglicherweise auf den ersten Blick denkt, man hat eine deutlich höhere Anwendung in der Physik als auch in der Kostenrechnung. Betrachtet man manche Aufgaben aber genauer, dann erkennt man oft, dass diesen eventuell nur ein sachlicher Text zugrunde gelegt wurde. Dies macht diese Aufgaben zwar zu Sachaufgaben, jedoch mit keinem speziellen fachlichen Hintergrund. Solche Aufgabenstellungen werden weiter oben mit dem rein mathematischen Kontext gemeint.

4. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden die Reifeprüfungen (AHS) sowie die Reife- und Diplomprüfungen (BHS) von fünf Antritten aus den Jahren 2018 und 2019 auf Gemeinsamkeiten und Differenzen analysiert.

Im allgemeinen Teil wurde das System der Zentralmatura genau beschrieben. Darunter die Fragen, was dieses neue System der standardisierten kompetenzorientierten Reifeprüfung im Vergleich zur herkömmlichen Matura für ein Ziel verfolgt, welche Bildungsstandards sowie Grundkompetenzen dahinter liegen, welche Antwortformate möglich sind, wie die Beurteilungen aussehen, welche Themenbereiche enthalten sind sowie zuletzt auch welche positiven als auch negativen Erfahrungen bereits gemacht wurden. All diese Punkte wurden jeweils für die AHS-Matura und auch für die BHS-Matura erläutert.

Die Aufgabenanalyse selbst beginnt nach einer Begriffsdefinition mit der Gegenüberstellung des Aufbaus von insgesamt 120 Typ-1-Aufgabenstellungen der AHS und 122 Typ-A-Aufgabenstellungen der BHS. Darunter wurden die Aufgaben im Allgemeinen, die mathematischen Inhalte der Aufgaben sowie die Aufgaben als Sachaufgaben analysiert. Im Zuge dieser Abhandlung konnte das Fach Angewandte Mathematik in der BHS als solches bestätigt werden, da von 122 untersuchten Aufgabenstellungen all jene als Sachaufgaben beziehungsweise angewandte Aufgaben gestellt sind.

Im nächsten Schritt wurde auf die Inhaltsbereiche Funktionale Abhängigkeiten/Zusammenhänge und Analysis näher eingegangen. Hierbei wurden die Aufgaben der AHS als auch der BHS auf fünf Tätigkeitsbereiche, nämlich dem *AbleSEN aus Graphen*, *Skizzieren von Graphen*, *Aufstellen von Gleichungen*, *Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen* sowie *Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen*, untersucht. Es konnte festgestellt werden, dass die Tätigkeiten *Skizzieren von Graphen*, *Aufstellen von Gleichungen* sowie *Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen* in der BHS deutlich höhere Prozentsätze in der Häufigkeit des Vorkommens haben. Andererseits werden die Tätigkeiten *AbleSEN aus Graphen* und *Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen* in der AHS wesentlich öfter verlangt.

Zunächst wurde auf den Inhaltsbereich Wahrscheinlichkeit und Statistik/Stochastik näher eingegangen. Anstatt fünf Tätigkeitsbereichen wurden hier die fünf folgenden Themenbereiche zur Analyse herangezogen: *beschreibende Statistik*, *Grundbegriffe*, *Binomialverteilung*, *Normalverteilung* sowie *schließende/urteilende Statistik*. Man konnte hier feststellen, dass alle genannten Bereiche in der Häufigkeit des Auftretens bei den fünf analysierten Maturaterminen in der BHS prozentuell höher liegen als in der AHS. Ausnahme macht die *schließende/urteilende Statistik*, welche in der BHS kein einziges Mal abgeprüft wurde.

Zuletzt wurden die Aufgabenstellungen noch nach deren Anwendungen (Physik, Medizin, Kostenrechnung) analysiert. Hierbei konnte man erkennen, dass der physikalische Kontext in den AHS- als auch in den BHS-Aufgaben am stärksten vertreten ist. Interessanterweise hatten Aufgaben mit dem Kontext der Kostenrechnung einen sehr niedrigen Prozentsatz.

Zusammenfassend kann man sagen, dass im Zuge dieser Arbeit aufschlussreiche Erkenntnisse bezüglich der Differenzen der AHS- und der BHS-Matura gewonnen wurden.

5. Ausblick

Im Zuge dieser Arbeit wurde nur ein Teil von vielen möglichen Untersuchungen rund um das Thema standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung im Fach Mathematik durchgeführt. Es wurden 120 Typ-1-Aufgabenstellungen der AHS und 122 Typ-A-Aufgabenstellungen der BHS aus fünf vergangenen Terminen zur Analyse herangezogen. Die Aufgabenstellungen im Allgemeinen sowie die Inhaltsbereiche Funktionale Abhängigkeiten/Zusammenhänge und Analysis als auch Wahrscheinlichkeit und Statistik/Stochastik wurden genauer untersucht. Da sich an der Zentralmatura immer wieder Details verändern und auch die Aufgabenstellungen neu erstellt werden müssen, ist eine regelmäßige Untersuchung, speziell in den ersten Jahren der Anwendung, von Vorteil für die Zukunft.

Aus Platz- und Zeitgründen wurde der Inhaltsbereich Algebra und Geometrie vorerst nicht untersucht. Dies könnte ein möglicher weiterer Schritt sein, da dieser Inhaltsbereich ebenso eine hohe Häufigkeit im Vorkommen bei den ausgewählten Terminen hat. Außerdem könnte man im Weiteren die Typ-2-Aufgaben der AHS als auch die Typ-B-Aufgaben der BHS - wobei man hier auf die Unterscheidung der verschiedenen Schultypen und Cluster nicht vergessen darf - nach demselben Schema wie in der vorliegenden Arbeit analysieren.

Ein anderer Anhaltspunkt, welcher noch interessant wäre, ist, die Aufgaben nach deren Lösungsmöglichkeiten oder auch Lösungswegen zu untersuchen. Damit gemeint ist beispielsweise zu analysieren, wie viele der Aufgaben mit reinem Technologieeinsatz (Geogebra) lösbar sind. Ebenso kann man hier eine Gegenüberstellung von AHS und BHS vornehmen.

Abschließend kann gesagt werden, dass Forschungen rund um dieses Thema von großer Wichtigkeit für die zukünftigen Reife- und Diplomprüfungen sind, da bei solch einer Standardisierung und Kompetenzorientierung auch die Fairness ein wesentlicher Faktor von genau jenem System sein soll.

6. Literaturverzeichnis

- BIFIE [Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens]. (2020). *ZIELBILD: WISSEN, KÖNNEN UND WOLLEN. Kompetenzmodelle und Bildungsstandards*. Verfügbar unter: <https://www.bifie.at/kompetenzmodelle-und-bildungsstandards/> [21.01.2021]
- BMBWF. (2021). *Angewandte Mathematik*. Verfügbar unter: <https://www.matura.gv.at/srdp/angewandte-mathematik> [27.01.2021]
- BMBWF. (2019). *Antwortformate SRDP. Angewandte Mathematik (BHS)*. Verfügbar unter: https://www.matura.gv.at/fileadmin/user_upload/downloads/Begleitmaterial/AM/srdp_am_antwortformate_2020-05-29.pdf [27.01.2021]
- BMBWF. (2019). *Antwortformate SRP. Mathematik (AHS)*. Verfügbar unter: <https://www.matura.gv.at/index.php?elD=dumpFile&t=f&f=3036&token=64c1ec19a7a13b762de0a9ab8ec104c690c4cb73> [27.01.2021]
- BMBWF. (2019). *Die Kompetenzkataloge*. Verfügbar unter: <https://www.matura.gv.at/index.php?elD=dumpFile&t=f&f=2665&token=8b62ffc7555c9f607440a49f19797abb436f9db0> [27.01.2021]
- BMBWF. (2019). *Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik. Inhaltliche und organisatorische Grundlagen zur Sicherung mathematischer Kompetenzen*. Verfügbar unter: https://www.matura.gv.at/fileadmin/user_upload/downloads/Begleitmaterial/MA/srp_ma_grundkonzept_2020-09-10.pdf [27.01.2021]
- BMBWF. (2020). *Korrektur- und Beurteilungsanleitung zur SRDP Angewandte Mathematik (BHS) und zur standardisierten Berufsreifeprüfung*. Verfügbar unter: https://www.matura.gv.at/fileadmin/user_upload/downloads/Begleitmaterial/AM/srdp_am_korrektur_beurteilungsanleitung_bhs_brp_2019-20.pdf [27.01.2021]
- BMBWF. (2019). *Mathematische Grundkompetenzen im gemeinsamen Kern. Gültig ab den Matura-Prüfungsterminen 2017/2018*. Verfügbar unter: http://www.matura.gv.at/fileadmin/user_upload/downloads/Begleitmaterial/AM/srdp_am_kompetenzen_2018_teil_a-2019-09-05.pdf [27.01.2021]
- BMBWF. (2021). *Materialien und Publikationen*. Verfügbar unter: <https://www.matura.gv.at/downloads> [27.01.2021]

- BMBWF. (2021). *Mathematik*. Verfügbar unter: <https://www.matura.gv.at/srdp/mathematik> [27.01.2021]
- BMBWF. (2019). *Schulformspezifische Kompetenzen und Begriffe im Cluster HTL 2. Gültig ab den Matura-Prüfungsterminen 2017/18*. Verfügbar unter: <https://www.matura.gv.at/index.php?elD=dumpFile&t=f&f=1274&token=e405ed38df24355568f73a3a0f2872a26bc1d8c6> [27.01.2021]
- BMBWF. (2021). *Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung an AHS*. Verfügbar unter: https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/zentralmatura/srdp_ahs.html [27.01.2021]
- BMBWF. (2021). *Standardisierte, kompetenzorientierte Reifeprüfung an BHS*. Verfügbar unter: https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/zentralmatura/srdp_bhs.html [27.01.2021]
- BMUK [Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur]. (2009). *Angewandte Mathematik BHS*. Verfügbar unter: <https://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/sites/default/files/broschuere/BBS-Bildungsstandards-Broschuere-Angewandte-Mathematik-BHS.pdf> [27.01.2021]
- Dudenredaktion. (o.J.). *Textaufgabe*. Duden online. Verfügbar unter: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Textaufgabe> [27.01.2021]
- Gemeinnütziger Verein "Freunde des Austria-Forums- Verein zur Förderung der digitalen Erfassung von Daten mit Österreichbezug". (2020). *Matura*. Verfügbar unter: https://austria-forum.org/af/AustriaWiki/Matura#cite_note-3 [27.01.2021]
- Greefrath, G., Kaiser, G., Blum, W. & Borromeo Ferri, R. (2013). Mathematisches Modellieren – Eine Einführung in theoretische und didaktische Hintergründe. In R. Borromeo Ferri, G. Greefrath & G. Kaiser (Hrsg.), *Mathematisches Modellieren für Schule und Hochschule. Theoretische und didaktische Hintergründe* (S. 11–37). Wiesbaden: Springer.
- Häsel-Weide, U. (2007). Sachrechnen. In U. Heimlich & F. B. Wember (Hrsg.), *Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen. Ein Handbuch für Studium und Praxis* (S. 280–293). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. und Vollmer, H. J. (2003). Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise. In BMBF [Bundesministerium für Bildung und

- Forschung] (Hrsg.), *Expertise. Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards*. (S. 7-174). Berlin. Verfügbar unter: http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/fileadmin/MaterialienBT/Expertise_Bildungsstandards.pdf [27.01.2021]
- Kogelnik, L. (2015). Was für und was gegen die Zentralmatura spricht. In STANDARD Verlagsgesellschaft m.b.H. (Hrsg.), *Schul-Politik*. Verfügbar unter: <https://www.derstandard.at/story/2000015261501/was-fuer-und-was-gegen-die-zentralmatura-spricht> [27.01.2021]
- Loebenstein, E. (1948). 100 Jahre Unterrichtsministerium 1848 - 1948. Festschrift des Bundesministeriums für Unterricht in Wien. Wien: Österreichischer Bundesverlag.
- RIS [Rechtsinformationssystem des Bundes]. (2021). *Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Leistungsbeurteilungsverordnung, Fassung vom 27.01.2021*. Verordnung des Bundesministers für Unterricht und Kunst vom 24. Juni 1974 über die Leistungsbeurteilung in Pflichtschulen sowie mittleren und höheren Schulen (Leistungsbeurteilungsverordnung). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009375> [27.01.2021]
- RIS. (2021). *Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Prüfungsordnung, AHS, Fassung vom 27.01.2021*. Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur über die Reifeprüfung in den allgemein bildenden höheren Schulen (Prüfungsordnung AHS). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007845> [27.01.2021]
- RIS. (2021). *Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Prüfungsordnung, BMHS, Fassung vom 27.01.2021*. Verordnung der Bundesministerin für Bildung über die abschließenden Prüfungen in den berufsbildenden mittleren und höheren Schulen (Prüfungsordnung BMHS). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007846> [27.01.2021]
- Susanne, F. (1993). Maturareform konkret: Informationen zur AHS-Reifeprüfung. Wien: Schulservice, Bundesministerium für Unterricht und Kunst.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessung in Schulen* (S. 17–31). Weinheim: Beltz.

Wilhelm, N. (2016). Zusammenhänge zwischen Sprachkompetenz und Bearbeitung mathematische Textaufgaben. Quantitative und qualitative Analysen sprachlicher und konzeptueller Hürden. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Winkler, R. (2016). Zentralmatura – quo vadis? In Lehrer/innen,/fortbildungstagung 2016, Heft Nr. 49.

7. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beurteilungsschlüssel AHS	17
Tabelle 2: Beurteilungsschlüssel AHS	18
Tabelle 3: Beurteilungsschlüssel BHS	18
Tabelle 4: Häufigkeiten der Inhaltsbereiche (BHS)	41
Tabelle 5: Häufigkeiten der Tätigkeit Ablesen aus Graphen (AHS).....	44
Tabelle 6: Häufigkeiten der Tätigkeit Skizzieren von Graphen (AHS)	45
Tabelle 7: Häufigkeiten der Tätigkeit Aufstellen von Gleichungen (AHS).....	45
Tabelle 8: Häufigkeiten der Tätigkeit Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen (AHS).....	46
Tabelle 9: Häufigkeiten der Tätigkeit Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen (AHS).....	47
Tabelle 10: Häufigkeiten der Tätigkeit Ablesen aus Graphen (BHS).....	48
Tabelle 11: Häufigkeiten der Tätigkeit Skizzieren von Graphen (BHS)	49
Tabelle 12: Häufigkeiten der Tätigkeit Aufstellen von Gleichungen (BHS).....	50
Tabelle 13: Häufigkeiten der Tätigkeit Interpretieren von Funktionsgleichungen und Integralen (BHS).....	50
Tabelle 14: Häufigkeiten der Tätigkeit Berechnen von Funktionsgleichungen und Integralen (BHS).....	51
Tabelle 15: Gegenüberstellung der Prozentsätze des Vorkommens ausgewählter Tätigkeiten in AHS und BHS	53
Tabelle 16: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs beschreibende Statistik (AHS)	55
Tabelle 17: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Grundbegriffe (AHS)	55
Tabelle 18: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Binomialverteilung (AHS)	56
Tabelle 19: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Normalverteilung (AHS)	57
Tabelle 20: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs schließende/beurteilende Statistik (AHS)	57
Tabelle 21: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs beschreibende Statistik (BHS)	59
Tabelle 22: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Bedingte Wahrscheinlichkeit (BHS).....	59
Tabelle 23: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Binomialverteilung (BHS)	60
Tabelle 24: Häufigkeiten des Inhaltsbereichs Normalverteilung (BHS)	61
Tabelle 25: Gegenüberstellung der Prozentsätze des Vorkommens ausgewählter Inhaltsbereiche in AHS und BHS	62

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auszug einer Grundkompetenz mit untergeordneten Kompetenzen	13
Abbildung 2: Lösungserwartung und -schlüssel [0/½/1 Punkt] einer Beispielaufgabe (AHS)	17
Abbildung 3: Allgemeiner Aufbau einer Beispielaufgabe (AHS)	26
Abbildung 4: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Algebra und Geometrie (AHS)	27
Abbildung 5: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Funktionale Abhängigkeiten (AHS)	28
Abbildung 6: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Analysis (AHS).....	28
Abbildung 7: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Wahrscheinlichkeit und Statistik (AHS)	29
Abbildung 8: Aufgabenverteilung (AHS)	29
Abbildung 9: Beispielaufgabe einer innermathematischen Aufgabe.....	30
Abbildung 10: Beispielaufgabe einer Sachaufgabe.....	31
Abbildung 11: Allgemeiner Aufbau einer Beispielaufgabe (BHS)	33
Abbildung 12: Inhaltsbereiche (BHS).....	34
Abbildung 13: Inhaltsbereich Zahlen und Maße (BHS)	35
Abbildung 14: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Zahlen und Maße (BHS)	36
Abbildung 15: Inhaltsbereich Algebra (BHS).....	36
Abbildung 16: Inhaltsbereich Funktionale Zusammenhänge (BHS)	37
Abbildung 17: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Funktionale Zusammenhänge (BHS)	38
Abbildung 18: Inhaltsbereich Analysis (BHS).....	39
Abbildung 19: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Analysis (BHS).....	39
Abbildung 20: Inhaltsbereich Stochastik (BHS)	40
Abbildung 21: Beispielaufgabe Inhaltsbereich Stochastik (BHS)	41
Abbildung 22: Vergleich der Inhaltsbereiche Funktionale Abhängigkeiten bzw. Funktionale Zusammenhänge und Analysis (AHS und BHS)	52
Abbildung 23: Vergleich der vorkommenden Inhaltsbereiche in der Wahrscheinlichkeit und Statistik bzw. Stochastik (AHS und BHS)	62
Abbildung 24: Beispielaufgabe Kontext Physik (AHS)	65
Abbildung 25: Beispielaufgabe Kontext Medizin (AHS).....	66
Abbildung 26: Beispielaufgabe Kontext Kostenrechnung (AHS)	67
Abbildung 27: Beispielaufgabe Kontext Physik (BHS)	68
Abbildung 28: Beispielaufgabe Kontext Medizin (BHS).....	69
Abbildung 29: Beispielaufgabe Kontext Kostenrechnung (BHS)	70
Abbildung 30: Kontextvergleich (AHS und BHS).....	71

9. Anhang

Abstract (deutsch)

Die standardisierte kompetenzorientierte schriftliche Reifeprüfung wird speziell im Fach (Angewandte) Mathematik in den letzten Jahren immer mehr thematisiert. Im Zuge einer ersten Betrachtung wirken die Aufgabenstellungen umfangreicher als bei der nicht-standardisierten Reifeprüfung. Grund dafür ist jedoch, dass die Matura nicht mehr von Lehrperson zu Lehrperson individuell gestaltbar ist, sondern die Aufgabenstellungen vom BIFIE kollektiv zur Verfügung gestellt werden.

Dadurch, dass es in jedem Schultyp (AHS, HAK, HTL, etc.) eine eigene Standardisierung gibt, welche dem jeweiligen Schwerpunkt der Schule entspricht, sollen die Unterschiede und Zusammenhänge der darin vorkommenden Aufgabenstellungen analysiert werden. Respektive soll die Reifeprüfung im Fach Mathematik (AHS) der Reife- und Diplomprüfung im Fach Angewandte Mathematik (BHS) gegenübergestellt werden.

Durch die genauere Betrachtung der Themengebiete Funktionale Abhängigkeiten/Zusammenhänge und Analysis sowie Wahrscheinlichkeit und Statistik/Stochastik stellt man fest, dass es zwischen den verlangten Tätigkeiten in den Aufgabenstellungen erhebliche Unterschiede gibt.

Abstract (englisch)

The discussion about the standardized competency-based written matriculation examination, especially in the field of (applied) mathematics, has been increasing over the past few years. The reason for this, however, the Matura can no longer be individually designed from teacher to teacher, but the tasks are made available collectively by BIFIE.

As there are various types of school in Austria (AHS, HAK, HTL, HLW etc.), where each one has its own standardization – according to the type of school – the differences and correlations of the tasks involved are to be analyzed. More precisely, the matriculation examination in the field of mathematics of grammar schools (AHS) and the one in the field of applied mathematics of vocational secondary schools (HTL, HLW, HAK, etc.) should be compared.

During a closer inspection of the subject areas of functional dependencies/relationships and analysis/stochastic, remarkable differences between the actions required in the tasks can be determined.