



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Wie bereiten Schulbuchaufgaben auf die
standardisierte schriftliche Reifeprüfung in
Mathematik vor?“

Verfasserin

Ricarda Franziska Anna Maria Hiller

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2014

Studienkennzahl: A 406 412

Studienrichtung: UF Mathematik und UF Physik

Betreuer: Doz. Dr. Franz Embacher

Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während der Entstehung dieser Diplomarbeit unterstützt und motiviert haben.

Ich danke meinem Diplomarbeitsbetreuer, der auf jede meiner neuen Fragen und Ideen einging und konstruktive Kritik dazu äußerte.

Ebenso bin ich meinen Eltern zu Dank verpflichtet, da sie mir ermöglicht haben, selbst zu entscheiden welchen Bildungsweg ich beschreiten möchte und mich während meines Studiums unterstützt haben.

Außerdem muss ich mich bei meinem Lebenspartner Gerhard bedanken, der mich immer wieder motivierte und mir auch bei schwierigen Momenten zur Seite stand. Ein besonderer Dank gilt auch meinen Studienkolleginnen und Freundinnen Agnes und Lisi, die mir bei meinen Schreibblockaden zur Seite standen und ein Auge auf meine Rechtschreib- und Beistrichfehler hatten.

Plagiatserklärung

Hiermit erkläre ich, die vorgelegte Arbeit selbständig verfasst und ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben. Alle wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommenen Textpassagen und Gedankengänge sind durch genaue Angabe der Quelle ausgewiesen. Dies gilt auch für Quellen aus dem Internet, bei denen zusätzlich URL und Zugriffsdatum angeführt sind. Ferner versichere ich, diese Arbeit nicht bereits andernorts zur Beurteilung vorgelegt zu haben.

Datum, Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

1 Ziele und Erwartungen.....	12
1.1 Ziele der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung	12
1.2 Erwartungen an die standardisierte schriftliche Reifeprüfung	13
2 Rechtsvorschrift für die Reifeprüfung	14
2.1 Prüfungsverordnung AHS vom 7. Juni 1990.....	14
2.2 Prüfungsverordnung AHS von 2012	15
2.3 Änderungen der Rechtsvorschrift.....	18
2.4 Bildungsinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des österreichischen Schulwesens.....	18
3 Neuerungen der zentralen Reifeprüfung	20
3.1 Kompetenzen.....	20
3.2 Definition der Teil-1- und Teil-2-Aufgaben	21
3.3 Die Rolle der Antwortformate.....	22
3.3.1 Definition der Antwortformate.....	22
3.3.2 Schwierigkeiten, Hilfestellungen und Lösungsstrategien der Antwortformate...23	
3.4 Die Rolle der Fachsprache.....	24
4 Vorgehensweise bei der Analyse der BIFIE-Aufgaben und der Schulbuchaufgaben.....	27
4.1 Zielsetzung der Analyse	27
4.2 Auswahl der BIFIE-Aufgaben.....	27
4.3 Auswahl der Schulbücher	28
4.4 Vorgehensweise der Analyse mittels Analyseraster.....	30
4.4.1 Analyse der Grundkompetenzaufgaben.....	30
4.4.2 Analyse der Teil-2-Aufgaben.....	31
4.4.3 Kategorien des Analyserasters.....	31
4.4.4 Analyse der vergleichbaren Aufgaben	46
5 Ergebnisse der Analyse	48
5.1 Ergebnisse der Analyse mittels Analyseraster.....	48
5.1.1 Ergebnisse bei den Grundkompetenzaufgaben.....	48
5.1.2 Ergebnisse bei den Teil-2-Aufgaben.....	68
6 Zusammenfassung der Ergebnisse	83
6.1 Ergebnisse der Analyse mittels Analyseraster	83
7 Anhang: Analyseraster der Teil-1-Aufgaben und Teil-2-Aufgaben.....	87
7.1 Analyseraster der Teil-1-Aufgaben.....	87
7.1.1 Grundkompetenz: Funktionsbegriff, reelle Funktionen, Darstellungsformen und Eigenschaften	87
7.1.2 Grundkompetenz: Lineare Funktionale.....	89
7.1.3 Grundkompetenz: Potenzfunktion.....	90
7.1.4 Grundkompetenz: Polynomfunktion.....	91
7.1.5 Grundkompetenz: Exponentialfunktion.....	92
7.1.6 Grundkompetenz: Sinusfunktion, Cosinusfunktion	93
7.1.7 Grundkompetenz: Beschreibende Statistik.....	94
7.1.8 Grundkompetenz: Wahrscheinlichkeitsrechnung	95
7.1.9 Grundkompetenz: Wahrscheinlichkeitsverteilungen.....	96
7.1.10 Grundkompetenz: Schließende/Beurteilende Statistik.....	96
7.2 Teil-2-Aufgaben.....	97
Literatur.....	109

Einleitung

Bereits im Schuljahr 2014/2015 wird die standardisierte Reifeprüfung von allen Schüler_innen der AHS durchzuführen sein. Die standardisierte Reifeprüfung der BHS folgt im Schuljahr 2015/2016. Es wurde viel diskutiert, ob genug Vorbereitungen getroffen wurden, sodass die standardisierte Reifeprüfung reibungslos abgehalten werden kann und die Schüler_innen gut genug darauf vorbereitet wurden. Um eine gute Vorbereitung auf die standardisierte Reifeprüfung für die Schüler_innen zu gewährleisten, müssen die Aus- und Weiterbildung der Lehrer_innen, der Informationsgrad der Schüler_innen, sowie auch die Schulbücher betrachtet werden. Mit Letzterem möchte ich mich im Rahmen dieser Diplomarbeit auseinandersetzen und versuchen folgende Forschungsfrage zu beantworten.

Wie sind die Kompetenzerfordernisse der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung aus Mathematik der AHS in Schulbüchern der AHS implementiert und wie bereiten sie die Schüler_innen auf die standardisierte Reifeprüfung vor?

Im ersten Teil dieser Arbeit werden die Anforderungen und Ziele der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung dargelegt. Die Änderungen der Rechtsvorschrift sowie die Unterschiede der standardisierten Reifeprüfungen im Vergleich zur bisherigen Matura werden anschließend behandelt. Außerdem wird darauf eingegangen welche Aspekte nun besonders berücksichtigt werden müssen, wie z.B die Antwortformate oder die Rolle der Fachsprache.

Im Hauptteil der Arbeit werden die BIFIE-Aufgaben mit den Aufgaben drei verschiedener Oberstufenschulbücher der AHS verglichen. Dazu wird zuerst überprüft, ob es zu den BIFIE-Aufgaben vergleichbare Aufgaben in den AHS-Schulbüchern gibt. Anschließend werden mithilfe eines Analyserasters bestimmte Kategorien, wie z.B. Grundkompetenz, Aufgabenstellung, Antwortformat oder graphische Darstellung erfasst und die Unterschiede qualitativ und quantitativ aufgezeigt. Mit dieser Vorgangsweise werden die Stärken und Schwächen der Schulbücher bzgl. der Vorbereitung auf die standardisierte schriftliche Reifeprüfung festgestellt und eventuelle Lösungsansätze bezüglich der Unterschiede zwischen BIFIE-Aufgaben und Schulbuchaufgaben gefunden. Die Ergebnisse werden zum Schluss noch zusammengefasst.

1 Ziele und Erwartungen

1.1 Ziele der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung

Wozu soll die Matura bzw. Reifeprüfung befähigen? Die Beantwortung dieser Frage ist meiner Meinung nach von großer Wichtigkeit, bevor man die Rahmenbedingung einer Reifeprüfung festlegt. Soll sie auf ein Studium vorbereiten oder den Einstieg in das Erwachsenenleben erleichtern? Soll sie zu Berufen befähigen oder gehört sie schlicht und einfach zur Allgemeinbildung?

Roland Fischer beschäftigt sich mit dieser Frage in mehreren Artikeln. Seine zentrale Aussage ist, dass der Mathematikunterricht dazu befähigen soll mit Expert_innen zu kommunizieren. Es ist fraglich, ob alleine die Umstellung auf die standardisierte schriftliche Reifeprüfung dieses Ziel erreichen kann. Jedoch sollte man die folgenden Probleme nicht außer Acht lassen:

- Bei Schularbeiten werden keine längerfristig verfügbaren Fähigkeiten abgeprüft, sondern der Fokus wird auf die kurzfristig verfügbaren mathematischen Fähigkeiten gelegt.
- Um die Aufgaben zu lösen sind zu einem großen Teil Rechnen und Operieren notwendig. Das Lösen der Aufgaben ist alleine durch eine rezeptartige Reproduktion oft möglich. Dadurch wird das Verständnis des Inhalts nicht gefördert.

(vgl. Peschek, Fischer 2009, S. 95)

Legt man nun die Anforderungen an die standardisierte schriftliche Reifeprüfung fest, so könnten diese den Mathematikunterricht von kurzfristig verfügbaren, rezeptartigen Rechnen und Operieren wegführen und die Sicherung von längerfristig verfügbaren

mathematischen Fähigkeiten fördern. Diese Fähigkeiten sind die sogenannten Kompetenzen, das heißt jene Fähigkeiten, die grundlegend und unverzichtbar sind. Die Sicherung der mathematischen Kompetenzen ist somit ein wesentliches Ziel der standardisierte schriftliche Reifeprüfung.

1.2 Erwartungen an die standardisierte schriftliche Reifeprüfung

Bevor die Erwartungen an die standardisierte schriftliche Reifeprüfung formuliert werden können, müssen die momentanen Kritikpunkte der mathematischen Schulbildung betrachtet werden. Fischer nennt dazu die folgenden Punkte:

- Ein Problem ist die Objektivität der Beurteilung.
- Die Rolle der Lehrer_innen ist zweigeteilt. Einerseits sollten sie die Schüler_innen fördern, andererseits sind sie dazu verpflichtet zu beurteilen und somit zu selektieren.

Die schriftliche standardisierte Reifeprüfung sollte es ermöglichen eine strengere Objektivierung, Transparenz und eine bessere Vergleichbarkeit der Bildungsabschlüsse zu schaffen. Durch die zentral gestellten Aufgaben kann der letzte Punkt besser erfüllt werden als es die bisherige schriftliche Reifeprüfung es vermag. Die Rolle der Lehrer_innen kann zumindest hinsichtlich der schriftlichen Reifeprüfung als eine nicht beurteilende Rolle betrachtet werden, da sie sich an die einheitlichen Beurteilungskriterien halten müssen. Durch diese Kriterien ist auch eine strengere Objektivierung möglich.

(vgl. Peschek, Fischer 2009, S. 95)

2 Rechtsvorschrift für die Reifeprüfung

Im Folgenden ist mit *schriftlicher Reifeprüfung* jene gemeint, die durch die Verordnung des Bundesministers für Unterricht, Kunst und Sport vom 7. Juni 1990 über die Reifeprüfung in den allgemeinbildenden höheren Schulen festgelegt ist. Mit *standardisierter schriftlicher Reifeprüfung* wird die Reifeprüfung, welche mit der Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur vom 31. August 2012 über die Reifeprüfung in den allgemein bildenden höheren Schulen definiert ist, bezeichnet

Die Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur über die Reifeprüfung in den öffentlichen und mit Öffentlichkeitsrecht ausgestatteten allgemein bildenden höheren Schulen (Prüfungsverordnung AHS) regeln die schriftliche Reifeprüfung bzw. die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in vielen Bereichen, wie z.B. in Form und Umfang der Reifeprüfung sowie Inhalt und Umfang der Klausurarbeit oder Durchführung der Klausurprüfung. Folgend sollen jene Regelungen für beide Verordnungen zusammengefasst werden, die die schriftliche Klausurprüfung in Mathematik betreffen. Daran anschließend wird nochmals ein kurzer Überblick über die wichtigsten Änderungen gegeben.

2.1 Prüfungsverordnung AHS vom 7. Juni 1990

Ein Teil der Hauptprüfung ist die schriftliche Klausurarbeit in Mathematik. Bei der schriftlichen Reifeprüfung in Mathematik gab es vier bis sechs Aufgaben, die von dem_ der Lehrer_in der Absolvent_innen erstellt wurden. In Mathematik gibt es zwei Gruppen, die jeweils andere Aufgaben, jedoch ähnliche Aufgaben bearbeiten.

(vgl. § 26 Abs.1, VO 1990 zu § 34 bis 41 des SchUG)

Die schriftliche Klausurarbeit in Mathematik hat vier bis sechs Aufgaben zu umfassen. Die Aufgaben sollen voneinander unabhängig sein. Die Aufgaben sollen sich nicht in Berechnungen erschöpfen, sondern auch zum Argumentieren, Darstellen und Interpretieren sowie zum Anwenden von Mathematik in außermathematischen Bereichen beitragen.

(§ 14 Abs.1, VO 1990 zu § 34 bis 41 des SchUG)

Den Schüler_innen muss eine Woche vor der Klausurprüfung bekannt sein, in welchem zeitlichen Ablauf die schriftlichen Klausurprüfungen erfolgen.

(vgl. § 29 Abs. 2, VO 1990 zu § 34 bis § 41 des SchUG)

Vor Beginn der Klausurarbeit müssen die Schüler_innen in Kenntnis gesetzt werden, wie die Gewichtung der Aufgaben gestaltet ist. Die Schüler_innen müssen ebenfalls darüber informiert werden mit welchen Konsequenzen sie bei der Verwendung von unerlaubten Hilfsmitteln zu rechnen haben. Eine Formelsammlung, ein mathematisches Tabellenwerk sowie ein elektronisches Rechengerät sind zum Lösen der Aufgaben zulässig. Bevor das Lösen der Aufgaben erfolgen kann, sind die Aufgabenstellungen und Hinweise vorzulesen. Die Zeit, die für diese Informationen aufgewandt wird, zählt nicht zur Arbeitszeit. Die Schüler_innen haben vier Stunden Arbeitszeit zum Lösen der Aufgaben zur Verfügung.

(vgl. § 14 Abs.1, Abs 2; § 29 Abs. 3, Abs. 4 Abs. 7; VO 1990 zu §§ 34 bis 41 des SchUG)

2.2 Prüfungsverordnung AHS von 2012

Ein Teil der Hauptprüfung ist neben der vorwissenschaftlichen Arbeit und einer mündlichen Prüfung die Klausurprüfung, die aus einer Klausurarbeit sowie gegebenenfalls aus einer

mündlichen Kompensationsprüfung besteht. Die Klausurprüfung ist von allen Maturant_innen einer öffentlichen und mit Öffentlichkeitsrecht ausgestatteten allgemein bildenden höheren Schule durchzuführen.

(vgl. § 2; § 12; VO 2012 zu §§ 34 bis 41 des SchUG)

Eine Neuerung ist, dass die Prüfungstermine verordnet werden, d.h. die standardisierte schriftliche Klausurprüfung findet z.B. im Fach Mathematik an allen Schulen zur selben Zeit statt. Spätestens eine Woche vor der Klausurprüfung muss den Schüler_innen der genaue Termin bekannt sein. Wie schon bei der bisher bekannten Matura, kann bei einer negativen Beurteilung der Klausur eine mündliche Kompensationsprüfung durchgeführt werden.

(vgl. § 11; § 25 Abs. 2; § 12 Abs. 4; VO 2012 zu §§ 34 bis 41 des SchUG)

Da die schriftliche Klausurprüfung in Mathematik standardisiert ist, sind die Aufgabenstellungen elektronisch oder physisch rechtzeitig vor der Durchführung der Reifeprüfung zu übermitteln. Dabei ist die Geheimhaltung der Aufgabenstellungen und Korrektur- und Beurteilungsanleitungen zu gewährleisten.

(vgl. § 13; VO 2012 zu §§ 34 bis 41 des SchUG)

Eine weitere Änderung der schriftlichen Klausurarbeit in Mathematik ist durch den Umfang und den Inhalt der Arbeit gegeben.

Im Rahmen der Klausurarbeit im Prüfungsgebiet „Mathematik“ 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 Reflexionen zu beinhalten (Vernetzung von Grundkompetenzen).

(§ 18 Abs. 1; VO 2012 zu §§ 34 bis 41 des SchUG)

Die Aufgabenbereiche sind zeitlich getrennt zu bearbeiten. Für das Lösen der Grundkompetenzaufgaben stehen den Schüler_innen 120 Minuten zur Verfügung. Danach müssen die Schüler_innen die bearbeiteten Aufgaben den Aufsichtspersonen aushändigen. Nach einer Bearbeitungszeit von weiteren 150 Minuten ist der zweite Aufgabenbereich abzugeben.

(vgl. § 18 Abs. 2; VO 2012 zu §§ 34 bis 41 des SchUG)

Die Verwendung einer approbierten Formelsammlung und von technischen Hilfsmitteln ist für beide Aufgabenbereiche erlaubt.

Die Minimalanforderung an elektronische Hilfsmittel sind grundlegende Funktionen zur Darstellung von Funktionsgraphen, zum numerischen Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen, zur Ermittlung von Ableitungs- bzw. Stammfunktionen, zur numerischen Integration sowie zur Unterstützung bei Methoden und Verfahren in der Stochastik.

(§ 18 Abs. 3; VO 2012 zu §§ 34 bis 41 des SchUG)

Während der Durchführung der Klausurprüfung muss der bzw. die Schulleiter_in gewährleisten, dass ein ordnungsgemäßer Ablauf möglich ist. Folglich sind Vorkehrungen zu treffen, damit keine Möglichkeit besteht, unerlaubte Hilfsmittel zu verwenden.

(§ 25 Abs. 1; VO 2012 zu §§ 34 bis 41 des SchUG)

Die Verordnung regelt auch den Fall, falls die Klausurprüfung nicht bestanden wird. Dann muss die Teilnahme an der mündliche Kompensationsprüfung frühestens drei Tage nach

der Mitteilung des Ergebnisses, aber spätestens eine Woche vor dem Termin mitgeteilt werden.

(vgl. § 25 Abs. 4; § 26 Abs. 1; VO 2012 zu §§ 34 bis 41 des SchUG)

2.3 Änderungen der Rechtsvorschrift

Zusammenfassend kann man erkennen, dass bei der schriftlichen Reifeprüfung in Umfang, Prüfungsformat und Beurteilung wesentliche Veränderungen vorgenommen wurden, da sie standardisiert wurden.

2.4 Bildungsinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des österreichischen Schulwesens

Das Bildungsinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (BIFIE) erhielt die Aufgabe, die neue Reifeprüfung zu entwickeln, zu implementieren, auszuwerten und Evaluierungen an höheren Schulen durchzuführen. Auch die Bildungsstandards in Deutsch, Mathematik und Englisch, die bei der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung eine große Rolle spielen, werden vom BIFIE entwickelt und kontrolliert.

Bei der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung werden den Schüler_innen eines Abschlussjahres Aufgaben vorgelegt, die von einem Team von Autor_innen des Bundesinstituts BIFIE erstellt wurden. Die standardisierte Reifeprüfung findet in allen betroffenen Schulen zur selben Zeit statt und es werden jedem_r Schüler_in die selben Aufgaben vorgelegt.

Die Anwendung des Beurteilungsschemas, das vom BIFIE erstellt wurde, ist verpflichtend. Wie schon erläutert, gibt es eine Zweiteilung der Prüfung. Der erste Teil bildet Aufgaben zu Grundkompetenzen in den vier Inhaltsbereichen Algebra und Geometrie, Funktionale Abhängigkeiten, Analysis, sowie Wahrscheinlichkeit und Statistik. Der zweite Teil dient zur Anwendung und Vernetzung von Grundkompetenzen in definierten Kontexten und Anwendungsbereichen. Die Aufgaben beider Teile der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung werden von den Autor_innen des BIFIE gestaltet.

3 Neuerungen der zentralen Reifeprüfung

3.1 Kompetenzen

Wie schon erwähnt, ist ein Ziel der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung die Kompetenzen zu sichern. Um die Kompetenzen festzulegen, ist es nötig diesen Begriff zuvor zu definieren. In der Literatur findet man verschiedene Definitionen zum Begriff Kompetenzen. Weinert erklärt diesen Begriff folgendermaßen.

Kompetenzen sind 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 Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.

(Weinert 2001, S. 27)

Eine weitere Definition lautet wie folgt.

Unter Kompetenzen werden hier längerfristige kognitive Fähigkeiten verstanden, die von Lernenden entwickelt werden können und sie befähigen, bestimmte Tätigkeiten in variablen Situationen auszuüben, sowie die Bereitschaft, diese Fähigkeiten und Fertigkeiten einzusetzen.

(Standards für die mathematischen Fähigkeiten österreichischer Schülerinnen und Schüler am Ende der 8. Schulstufe 2007, S.9)

Die Gemeinsamkeit dieser Definitionen ist, dass Kompetenzen kognitive Fähigkeiten sind, die in variablen Situationen genutzt werden können. Das Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (BIFIE) hat diese Kompetenzen in Mathematik in einem Kompetenzkatalog festgelegt, der die

Grundkompetenzen im Inhaltsbereich Algebra und Geometrie, Funktionale Abhängigkeiten, Analysis und Wahrscheinlichkeit und Statistik angibt. Im ersten Teil der schriftlichen standardisierten Reifeprüfung wird festgestellt, ob diese Kompetenzen vorhanden sind.

3.2 Definition der Teil-1- und Teil-2-Aufgaben

Bei der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung können grundsätzlich zwei verschiedene Arten von Aufgaben vorkommen. Man unterscheidet die Aufgaben in Teil-1-Aufgaben (Grundkompetenzaufgaben) und Teil-2-Aufgaben. Die Frage ist nun, welche charakteristischen Eigenschaften für eine Teil-1 bzw. Teil-2-Aufgabe zu nennen sind.

Eine Teil-1- Aufgabe erfordert zum Lösen eine einzige Grundkompetenz. Die Grundkompetenzen wurden vom BIFIE benannt und werden in vier Inhaltsbereiche unterteilt. Eine detaillierte Auflistung aller Grundkompetenzen befindet sich im Kapitel 4.1.

Um eine Teil-2-Aufgabe zu lösen, benötigt es die Vernetzung zweier oder mehrerer Grundkompetenzen. Hier ist es nötig Wissen und Fertigkeiten selbstständig anzuwenden, um einen Erfolg zu garantieren. In der Angabe einer Teil-2-Aufgabe wird ein Kontext und ein Anwendungsbereich definiert. Eine Teil-2-Aufgabe des BIFIE besteht bisher immer aus einem allgemeinen Angabetext und mehreren Teilaufgaben, die unabhängig voneinander gelöst werden können.

3.3 Die Rolle der Antwortformate

3.3.1 Definition der Antwortformate

Eine Neuerung stellen auch die Antwortformate dar. Es werden drei offene und fünf geschlossene Antwortformate unterschieden. Die geschlossenen Antwortformate werden bei Teil-2-Aufgaben möglichst vermieden.

Folgend sind die offenen Antwortformate aufgelistet.

Offenes Antwortformat: Die Antwort soll mit eigenen Worten formuliert werden bzw. darf völlig frei erfolgen.

Halboffenes Antwortformat: Die korrekte Antwort oder ein vorgegebenes bzw. passendes mathematisches Objekt soll in eine vorgegebene Formel, Funktion, etc. eingesetzt werden.

(Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik , S. 27)

Ein weiteres offenes Antwortformat ist das Konstruktionsformat, bei dem Graphen, Punkte oder Vektoren in ein vorgegebenes Koordinatensystem eingetragen werden sollen.

Die folgenden geschlossenen Antwortformate werden bei BIFIE-Aufgaben verwendet.

Lückentext: Dieses Antwortformat ist durch einen Satz mit zwei Lücken gekennzeichnet, das heißt, im Aufgabentext sind zwei Stellen ausgewiesen, die ergänzt werden müssen. Für jede Lücke werden je drei Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Aufgaben dieses Formats werden korrekt bearbeitet, indem die Lücken durch Ankreuzen der beiden zutreffenden Antwortmöglichkeiten gefüllt werden. (Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik , S. 27)

Ein weiteres Antwortformat ist das Zuordnungsformat. Bei diesem Aufgabenformat sollen mehrere Aussagen (z.B. Tabellen oder Abbildungen) richtigen Antwortmöglichkeiten zugeordnet werden, wobei die Anzahl der Möglichkeiten nicht immer mit den Anzahl der Aussagen übereinstimmt.

Auch die Multiple-Choice-Antwortformate stellen ein geschlossenes Antwortformat dar. Dabei liegen mehrere Aussagen vor und es sind die richtigen Aussagen anzukreuzen. Bei diesem Antwortformat trifft man drei Unterscheidungen. Beim Multiple-Choice-Aufgabenformat 2 aus 5 wird darauf hingewiesen, dass von fünf Antwortmöglichkeiten zwei Richtige anzukreuzen sind. Das Multiple-Choice-Aufgabenformat 1 aus 6 fordert, dass eine richtige Antwort von 6 Antwortmöglichkeiten gefunden wird. Das Multiple-Choice-Aufgabenformat x aus 5 liefert keinen Hinweis, wie viele Antwortmöglichkeiten richtig sind. Es sind alle zutreffenden Antworten zu kennzeichnen.

(vgl. Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik , S. 27 - 30)

3.3.2 Schwierigkeiten, Hilfestellungen und Lösungsstrategien der Antwortformate

Das offene Antwortformat wurde bisher bei der schriftlichen Reifeprüfung in Mathematik am häufigsten eingesetzt und ist daher den meisten Schüler_innen sehr vertraut.

Wie schon erwähnt, hat das Multiple-Choice-Aufgabenformat drei verschiedene Ausführungen. Ist nur eine von sechs Antwortmöglichkeiten richtig, so ist es wichtig, dass es den Schüler_innen bewusst ist, dass sie in jedem Fall eine Antwort ankreuzen sollen, auch wenn sie sich nicht sicher sind, ob diese stimmt. Da es keine negativen Punkte gibt, kann sich diese Vorgehensweise nur positiv auf die Beurteilung auswirken. Auch das Ausschlussverfahren kann hier angewandt werden. D.h. die Schüler_innen, die sich unsicher sind, welche Möglichkeit stimmt, sollten überlegen, welche Antworten falsch sind

und aus den übrig gebliebenen Optionen wählen. Beim Multiple-Choice-Aufgabenformat „2 aus 5“ sollten die bisher genannten Strategien angewandt werden. Hier ist es vor allem wichtig 2 Möglichkeiten anzukreuzen, da keine Punkte erreicht werden können, wenn nur ein Kreuz gesetzt wird. Schwieriger ist es eine Strategie zu finden, wenn man nicht weiß, wie viele Antworten richtig sind. Wieder sollte bei Unsicherheit das Ausschlussverfahren gewählt werden. Ein Problem stellt hier dar, dass in dieser Ausführung nur ganzzahlige Punkte zu vergeben sind. Bereits bei einer falsch angekreuzten Antwort werden keine Punkte vergeben (auch wenn z.B. alle richtigen drei Antworten angekreuzt wurden). Das führt zu dem Schluss, dass das Antwortformat „x aus 5“ mehr Schwierigkeiten mit sich bringt als die Antwortformate „1 aus 6“ oder „2 aus 5“. Diese Vermutung wurde auch durch die Feldtestungen, die vom BIFIE durchgeführt wurden, bestätigt.

Ein weiteres Format ist der Lückentext. Der Lückentext ist meist so gestaltet, dass die erste Lücke gefüllt werden kann ohne die zweite Lücke zu betrachten. Erst wenn der erste Teil ergänzt wurde, sollte die zweite freie Stelle behandelt werden.

Das Konstruktionsformat ist wie das offene Antwortformat bereits bekannt und hier ist es kaum möglich bestimmte Lösungsstrategien zu finden.

3.4 Die Rolle der Fachsprache

Die Fachsprache kann in verschiedenster Weise eine Problemstellung darstellen.

Erstens ist es möglich, dass Fachbegriffe auftreten, die im Unterricht nicht verwendet werden. Der Grund dafür ist, dass es für eine Vielzahl von Fachbegriffen Synonyme gibt.

Beispiele dafür sind:

- Das vektorielle Produkt wird auch Kreuzprodukt genannt.
- Die Linkskrümmung wird auch als positive Krümmung bezeichnet.
- Die Rechtskrümmung wird ebenso negative Krümmung genannt.

-
- Ein Synonym für den Median ist der Zentralwert.
 - Das arithmetische Mittel kann auch als arithmetischer Mittelwert bezeichnet werden.

(vgl. Dorfmayr, S. 22)

Ein weiteres Synonym, das während der Analyse auffiel, ist folgendes:

- Die Erlösfunktion wird auch als Preis definiert.

Meiner Meinung nach ist eine einheitliche Verwendung von Schulbuchautor_innen und Ersteller_innen der Aufgaben des BIFIE unvermeidlich. Eine weitere Möglichkeit wäre eine Auflistung der verwendeten Fachbegriffe durch das BIFIE. Momentan existiert jene Liste noch nicht, die die verwendeten Fachbegriffe bei der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung in Mathematik aufzählt. Um dieses Problem momentan in den Griff zu bekommen, ist es ratsam im Unterricht auf die Verwendung von Synonymen zu achten.

Weiters gibt es bei BIFIE- Aufgaben Arbeitsanweisungen, die in Schulbüchern weniger oft Verwendung finden. Ein „Begründe!“ kann schon mal für eine_n Schüler_in ein unüberwindbares Problem darstellen, wenn im Unterricht nicht geklärt wurde, was dann von einem erwartet wird. Wird bei Schularbeiten ein Begründen verlangt, so ist es auch fraglich was der_die jeweilige Lehrer_in von den Schüler_innen erwartet. Hier könnten eventuell Unterschiede in der Beurteilung auftreten. Einige Arbeitsanweisungen, wie sie auch bei BIFIE-Aufgaben vorkommen sind:

Erläutern Sie, in welcher Weise eine Veränderung des Parameters von $-0,14$ auf $-0,2$ den Bremsvorgang beeinflusst! (Probeklausur Mai 2013. Teil-2-Aufgaben, S. 3)

Begründen Sie, wieso der Verlauf der Graphen des v - t -Diagramms im Intervall $[14; 16]$ nicht exakt der Realität entsprechen kann! (Probeklausur Mai 2013. Teil-2-Aufgaben, S. 3)

Geben Sie an, welche der angegebenen Informationen durch die vierte Gleichung modelliert werden kann, und erklären Sie den Zusammenhang zwischen Informationen und Gleichung! (Probeklausur Mai 2013. Teil-2-Aufgaben, S. 5)

Diese Beispiele sind nur einige, die auftreten können. Im Kapitel 4.5.3 *Kategorien des Analyserasters* sind alle Arbeitsanweisungen bzw. Aufgabenstellungen aufgelistet.

4 Vorgehensweise bei der Analyse der BIFIE-Aufgaben und der Schulbuchaufgaben

4.1 Zielsetzung der Analyse

Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung bringt eine neue Art von Aufgaben mit sich. Da meiner Erfahrung nach es sehr zeitintensiv ist, passende Aufgaben für den Unterricht zu erstellen, ist es mir ein Anliegen die Aufgaben der Schulbücher genauer zu betrachten. Mit der folgenden Analyse wird ergründet, inwieweit die Kompetenzerfordernisse der zentralen Reifeprüfung in Mathematik in Schulbüchern der AHS Oberstufe berücksichtigt sind, und wie diese die Schüler_innen auf die zentrale Reifeprüfung vorbereiten.

4.2 Auswahl der BIFIE-Aufgaben

Um die Schulbuchaufgaben mit Aufgaben zu vergleichen, die bei der standardisierten kompetenzorientierten schriftlichen Reifeprüfung vorliegen, werde ich Aufgaben verwenden, die von einem Team von Autor_innen des BIFIE erstellt wurden und auf deren Homepage der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Ich werde die Probeklausur vom Mai 2013, den Kompetenzcheck Mathematik (AHS), sowie die Teil-1-Aufgaben und Teil-2-Aufgaben des Aufgabenpools zur Analyse betrachten.

Bei den Grundkompetenzaufgaben werden jene Aufgaben verwendet, die den Inhaltsbereichen Funktionale Abhängigkeiten und Wahrscheinlichkeit und Statistik angehören.

Bei den Teil-2-Aufgaben werden jene Aufgaben des Aufgabenpools analysiert, deren

Grundkompetenzen mindestens einmal den Inhaltsbereichen *Funktionale Abhängigkeiten*, oder *Wahrscheinlichkeit und Statistik* zugeordnet werden, das heißt die Schüler_innen müssen die Kompetenzen aus diesen Bereichen vernetzen um diese Aufgabe richtig zu lösen.

4.3 Auswahl der Schulbücher

Zur Analyse werden die bisher neuesten Ausgaben von Schulbüchern der AHS Oberstufe ausgewählt, da diese bereits auf die standardisierte schriftliche Reifeprüfung ausgerichtet sein können bzw. sind. Folgend sind jene Schulbücher aufgelistet, deren Aufgaben ich untersuchen werde.

Das Schulbuch *Mathematik* wurde von mir analysiert, da es von diesem schon viele Auflagen gibt und es interessant ist, inwieweit Veränderungen vorgenommen werden um auf die standardisierte schriftliche Reifeprüfung vorzubereiten.

- Götz, St. & Reichel, Hans-Christian (Hrsg.). (2011). *Mathematik 5*. Wien: öbv
- Götz, St. & Reichel, Hans-Christian (Hrsg.). (2011). *Mathematik 6*. Wien: öbv
- Götz, St. & Reichel, Hans-Christian (Hrsg.). (2011). *Mathematik 7*. Wien: öbv
- Götz, St. & Reichel, Hans-Christian (Hrsg.). (2011). *Mathematik 8*. Wien: öbv

In diesen Schulbüchern gibt es Aufgaben, deren Lösungsweg bereits angegeben ist. Diese Aufgaben werden mit Beispiel A, B, C, etc. bezeichnet und sind mit einem grünen Balken am Rand der Seite markiert. Jene Aufgaben werden für meine Analyse nicht herangezogen.

Die Auswahl für das Schulbuch *Mathematik verstehen* wurde getroffen, da es sich um ein neues Schulbuch handelt, dass direkt auf die zentrale Reifeprüfung ausgerichtet wurde. Dieses Buch bietet kompetenzorientierte Aufgaben und ist ein weitverbreitetes Schulbuch.

-
- Malle, G., Koth, M., Woschitz, H., Malle, S., Salzger, B. & Ulovec, A. (2010). *Mathematik verstehen 5*. Wien: öbv
 - Malle, G., Koth, M., Woschitz, H., Malle, S., Salzger, B. & Ulovec, A. (2010). *Mathematik verstehen 6*. Wien: öbv
 - Malle, G., Koth, M., Woschitz, H., Malle, S., Salzger, B. & Ulovec, A. (2010). *Mathematik verstehen 7*. Wien: öbv
 - Malle, G., Koth, M., Woschitz, H., Malle, S., Salzger, B. & Ulovec, A. (2010). *Mathematik verstehen 8*. Wien: öbv

Auch in diesen Lehrbüchern sind Aufgaben zu finden, die den Lösungsweg bereits angeben. Jene Aufgaben sind türkis hinterlegt und werden in der Analyse nicht betrachtet.

Außerdem entschied ich mich für das Schulbuch *Dimensionen*.

- Bleier, G., Lindenberg, J., Lindner, A. & Süß-Stepancik, E. (2014). *Dimensionen Mathematik 5*. Wien: Verlag E. Dorner GmbH.
- Bleier, G., Lindenberg, J., Lindner, A. & Süß-Stepancik, E. (2010). *Dimensionen Mathematik 6*. Wien: Verlag E. Dorner GmbH.
- Bleier, G., Lindenberg, J., Lindner, A. & Süß-Stepancik, E. (2011). *Dimensionen Mathematik 7*. Wien: Verlag E. Dorner GmbH.
- Bleier, G., Lindenberg, J., Lindner, A. & Süß-Stepancik, E. (2012). *Dimensionen Mathematik 8*. Wien: Verlag E. Dorner GmbH.

Beim Erarbeiten neuer Inhalte werden im Schulbuch *Dimensionen* ebenfalls bearbeitete Aufgaben angegeben. Für die Analyse werden die grün hinterlegten Aufgaben nicht verwendet. Zu dem Schulbuch gibt es eine passende CD-Rom, welche ergänzende Aufgaben enthält. Da es im Mathematikunterricht keinen unbeschränkten Zugang zu dem technischen Equipment gibt, die das Nutzen der CD-Rom ermöglicht, werden diese Aufgaben nicht für die Analyse herangezogen.

4.4 Vorgehensweise der Analyse mittels Analyseraster

Um zu erkennen, ob die Schulbuchaufgaben denen der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung ähneln, werden sie mit den veröffentlichten Aufgaben des Bundesinstituts BIFIE verglichen. Die Aufgaben sind auf der Homepage des BIFIE für die Öffentlichkeit zugänglich. Dabei werden jene Aufgaben betrachtet, die seit dem 3. Mai 2013 zur Verfügung stehen.

Die Untersuchung gliedert sich in zwei Teile; einerseits wurden die Grundkompetenzaufgaben mittels Analyseraster analysiert, andererseits habe ich eine Analyse der Teil-2-Aufgaben vorgenommen, wobei der Analyseraster den Anforderungen entsprechend angepasst wurde.

Bei der Analyse werden zuerst die ausgewählten BIFIE-Aufgaben in den verschiedenen Kategorien mittels eines Analyserasters beurteilt. Anschließend wird bei den Grundkompetenzaufgaben aus den ausgewählten Schulbüchern nach vergleichbaren Aufgaben gesucht. Die Unterschiede werden anschließend vermerkt und sortiert. Auf diese Weise möchte ich eruieren, ob es bei den Aufgaben Unterschiede gibt, die sich anhäufen. Bei beiden Aufgabentypen werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten schriftlich festgehalten.

4.4.1 Analyse der Grundkompetenzaufgaben

Jede Aufgabe wird mit einem Kürzel versehen. Die BIFIE-Aufgaben werden in den Kategorien *Aufgabennummer*, *Grundkompetenz*, *Antwortformat*, *Kontext*, *Graph* (bildliche Darstellung), *Sonstiges* und *Vergleichbar mit* analysiert.

4.4.2 Analyse der Teil-2-Aufgaben

Bei der Analyse der Teil-2-Aufgaben werden, wie bei den Grundkompetenzaufgaben, zuerst die BIFIE-Aufgaben analysiert, indem sie in einem Analyseraster eingeordnet werden. Eine Teil-2-Aufgabe besteht im Allgemeinen aus einem Angabetext und mehreren Teilaufgaben. Der Angabetext muss immer wieder zum Lösen der Teilaufgaben herangezogen werden. Aufgrund dessen wird der Analyseraster in drei Teile gegliedert. Die erste Tabelle gibt Aufschluss über die Aufgabennummer, den Namen der Aufgabe, die Grundkompetenzen, das Thema/Anwendungsgebiet und die Gesamtanzahl der Wörter, die diese Aufgabe beinhaltet. Anschließend wird der Angabetext in den Kategorien *Allgemeine Angabe*, *Kontext*, *Graph*, *Zusätzliche Informationen* und *Anzahl der Wörter* eingeordnet. Die Kategorien *Teilaufgabe*, *Antwortformate*, *Kontext*, *Graph*, *Aufgabenstellung*, *Sonstiges* und *Vergleichbar mit* werden den Teilaufgaben zugeordnet. Die Bedeutung der Kategorien wird anschließend erläutert.

4.4.3 Kategorien des Analyserasters

Wie bereits erwähnt, werden die BIFIE-Aufgaben in einen Analyseraster eingeordnet, um sie zu analysieren. Der Analyseraster besteht aus mehreren Kategorien. Jede ausgewählte Aufgabe wird in vorgegebenen Kategorien analysiert. Je nach Aufgabentyp (Teil-1-Aufgabe oder Teil-2-Aufgabe) wird der Analyseraster den Gegebenheiten entsprechend in den Kategorien etwas verändert. Im Anhang sind im Analyseraster die folgenden Kategorien zu finden.

Kategorie: Aufgabennummer

Jeder Aufgabe wird ein Kürzel zugeteilt, um zu erkennen um welche Aufgabe es sich handelt.

Der Code bei den Teil-1-Aufgaben besteht aus zwei Buchstaben und der jeweiligen Aufgabennummer, wobei die Nummer der hintere Teil des Kürzels ist. Die Aufgaben aus dem Aufgabenpool erhalten das Kürzel AP und die jeweilige Aufgabennummer. Die

Aufgaben aus dem Kompetenzencheck erhalten das Kürzel KC und jene aus der Probeklausur erhalten das Kürzel PK.

Der Code bei den Teil-2-Aufgaben aus dem Aufgabenpool entspricht der Aufgabennummer, die vom BIFIE bei jeder Aufgabe angegeben wird. Vor der Aufgabennummer steht wiederum das Kürzel AP, um darauf hinzuweisen, dass die Aufgabe aus dem Aufgabenpool entnommen wurde.

Kategorie: *Titel*

Die Kategorie *Titel* wird nur bei den Teil-2-Aufgaben des Aufgabenpools des Bundesinstituts BIFIE betrachtet. Da hier jeder Aufgabe ein Titel gegeben wurde, der schon etwas auf die Anforderungen der Aufgabe schließen lässt, möchte ich diesen in dem Analyseraster vermerken.

Kategorie: *Grundkompetenz*

Die Kategorie *Grundkompetenz* ordnet die jeweilige Aufgabe den Grundkompetenzen des zugehörigen Inhaltsbereiches zu. Bei den Teil-1-Aufgaben wird jeweils nur eine Grundkompetenz angegeben und bei den Teil-2-Aufgaben sind es mehrere Grundkompetenzen pro Aufgabe. Jede Grundkompetenz wird mit einem Kürzel versehen, das auch vom BIFIE verwendet wird. Folgend möchte ich die Bedeutung jedes Kürzels auflisten.

Da ich bei meiner Analyse hauptsächlich Aufgaben aus dem Bereich Funktionale Abhängigkeiten und Wahrscheinlichkeit und Statistik betrachte, werden diese an dieser Stelle aufgelistet. Die Grundkompetenzen aus den anderen Bereichen sind auf der BIFIE-Homepage zu finden. Im Inhaltsbereich Funktionale Abhängigkeiten treten die folgenden Grundkompetenzen auf. Sie gliedern sich in Funktionsbegriff, reelle Funktion, Darstellungsformen und Eigenschaften, lineare Funktion, Potenzfunktion, Polynomfunktion, Sinus-, und Cosinusfunktion.

Kürzel	Grundkompetenz
Funktionsbegriff, reelle Funktionen, Darstellungsformen und Eigenschaften	
FA 1.1	Für gegebene Zusammenhänge entscheiden können, ob man sie als Funktionen betrachten kann.
FA 1.2	Formeln als Darstellung von Funktionen interpretieren und dem Funktionstyp zuordnen können.
FA 1.3	Zwischen tabellarischen und grafischen Darstellungen funktionaler Zusammenhänge wechseln können.
FA 1.4	Aus Tabellen, Graphen und Gleichungen von Funktionen Werte(paare) ermitteln und im Kontext deuten können. Anmerkung: Der Graph einer Funktion ist als Menge der Wertepaare definiert. Einer verbreiteten Sprechweise folgend nennen wir die grafische Darstellung des Graphen im kartesischen Koordinatensystem jedoch ebenfalls kurz „Graph“.
FA 1.2	Eigenschaften von Funktionen erkennen, benennen, im Kontext deuten und zum Erstellen von Funktionsgraphen einsetzen können: Monotonie, Monotoniewechsel (lokale Extrema), Wendepunkte, Periodizität, Achsensymmetrie, asymptotisches Verhalten, Schnittpunkte mit den Achsen.
FA 1.6	Schnittpunkte zweier Funktionsgraphen grafisch und rechnerisch ermitteln und im Kontext interpretieren können.
FA 1.7	Funktionen als mathematische Modelle verstehen und damit verständlich arbeiten können.
FA 1.8	Durch Gleichungen (Formeln) gegebene Funktionen mit mehreren Veränderlichen im Kontext deuten können, Funktionswerte ermitteln können
FA 1.9	Einen Überblick über die wichtigsten (unten angeführten) Typen mathematischer Funktionen geben, ihre Eigenschaften vergleichen können.
<p>Anmerkung: Auf eine sichere Unterscheidung zwischen funktionalen und nichtfunktionalen Zusammenhängen wird Wert gelegt, auf theoretisch bedeutsame Eigenschaften (z. B. Injektivität, Surjektivität, Umkehrbarkeit) wird aber nicht fokussiert. Im Vordergrund steht die Rolle von Funktionen als Modelle und die verständige Nutzung grundlegender Funktionstypen und deren Eigenschaften sowie der verschiedenen Darstellungsformen von Funktionen (auch $f: A \rightarrow B, x \mapsto f(x)$). Die Bearbeitung von Funktionen mit mehreren Veränderlichen beschränkt sich auf die Interpretation der Funktionsgleichung im jeweiligen Kontext sowie auf die Ermittlung von Funktionswerten. Das rechnerische Ermitteln von Schnittpunkten von Funktionen beschränkt sich auf jene Fälle, die durch die im Inhaltsbereich <i>Algebra und Geometrie</i> angeführten Grundkompetenzen abgedeckt sind (lineare, quadratische Gleichungen). Der Verlauf von Funktionen soll nicht nur mathematisch beschrieben, sondern auch im jeweiligen Kontext gedeutet werden können.</p>	
Lineare Funktion	
FA 2.1	Verbal, tabellarisch, grafisch oder durch eine Gleichung (Formel) gegebene lineare Zusammenhänge als lineare Funktionen erkennen bzw. betrachten können; zwischen

4 Vorgehensweise bei der Analyse der BIFIE-Aufgaben und der Schulbuchaufgaben

	diesen Darstellungsformen wechseln können
FA 2.2	Aus Tabellen, Graphen und Gleichungen linearer Funktionen Werte(paare) sowie die Parameter k und d ermitteln und im Kontext deuten können
FA 2.3	Die Wirkung der Parameter k und d kennen und die Parameter in unterschiedlichen Kontexten deuten können
FA 2.4	Charakteristische Eigenschaften kennen und im Kontext deuten können: $f(x+1)=f(x)+k$; $f(x+2)=f(x)+2k$ $f(x+1)=k \cdot x$ $f(x+2)=k \cdot x^2$
FA 2.5	Die Angemessenheit einer Beschreibung mittels linearer Funktion bewerten können
FA 2.6	Direkte Proportionalität als lineare Funktion vom Typ $f(x) = k \cdot x$ beschreiben können
Anmerkung: Die Parameter k und d sollen sowohl für konkrete Werte als auch allgemein im jeweiligen Kontext interpretiert werden können. Entsprechendes gilt für die Wirkung der Parameter und deren Änderung.	
Potenzfunktionen	
FA 3.1	Verbal, tabellarisch, grafisch oder durch eine Gleichung (Formel) gegebene Zusammenhänge dieser Art als entsprechende Potenzfunktionen erkennen bzw. betrachten können; zwischen diesen Darstellungsformen wechseln können
FA 3.2	Aus Tabellen, Graphen und Gleichungen von Potenzfunktionen Werte(paare) sowie die Parameter a und b ermitteln und im Kontext deuten können
FA 3.3	Die Wirkung der Parameter a und b kennen und die Parameter im Kontext deuten können
FA 3.4	Indirekte Proportionalität als Potenzfunktion vom Typ $f(x) = a \cdot x^{-1}$ (bzw. $f(x) = a \cdot x^{-1}$) beschreiben können
Anmerkung: Wurzelfunktionen bleiben auf den quadratischen Fall $a \cdot x^2 + b$ beschränkt.	
Polynomfunktion	
FA 5.1	Verbal, tabellarisch, grafisch oder durch eine Gleichung (Formel) gegebene exponentielle Zusammenhänge als Exponentialfunktion erkennen bzw. betrachten können; zwischen diesen Darstellungsformen wechseln können.
FA 5.2	Aus Tabellen, Graphen und Gleichungen von Exponentialfunktionen Werte(paare) ermitteln und im Kontext deuten können.

FA 5.3	Die Wirkung der Parameter a und b (bzw. $e\lambda$) kennen und die Parameter in unterschiedlichen Kontexten deuten können
FA 5.4	Charakteristische Eigenschaften ($f(x + 1) = b \cdot f(x)$; $[e^x]' = e^x$) kennen und im Kontext deuten können.
FA 5.5	Die Begriffe <i>Halbwertszeit</i> und <i>Verdoppelungszeit</i> kennen, die entsprechenden Werte berechnen und im Kontext deuten können.
FA 5.6	Die Angemessenheit einer Beschreibung mittels Exponentialfunktion bewerten können.
Anmerkung: Die Parameter a und b (bzw. $e\lambda$) sollen sowohl für konkrete Werte als auch allgemein im jeweiligen Kontext interpretiert werden können. Entsprechendes gilt für die Wirkung der Parameter und deren Änderung.	
Sinusfunktion, Cosinusfunktion	
FA 6.1	Grafisch oder durch eine Gleichung (Formel) gegebene Zusammenhänge der Art $f(x) = a \cdot \sin(b \cdot x)$ als allgemeine Sinusfunktion erkennen bzw. betrachten können; zwischen diesen Darstellungsformen wechseln können
FA 6.2	Aus Graphen und Gleichungen von allgemeinen Sinusfunktionen Werte(paare) ermitteln und im Kontext deuten können
FA 6.3	Die Wirkung der Parameter a und b kennen und die Parameter im Kontext deuten können
FA 6.4	Periodizität als charakteristische Eigenschaft kennen und im Kontext deuten können
FA 6.5	Wissen, dass $\cos(x) = \sin(x + \pi/2)$
FA 6.6	Wissen, dass gilt: $[\sin(x)]' = \cos(x)$, $[\cos(x)]' = -\sin(x)$

(Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik, S. 9-12)

Im Inhaltsbereich Wahrscheinlichkeit und Statistik werden Grundkompetenzen aus den Bereichen beschreibende Statistik, Wahrscheinlichkeitsrechnungen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und schließende/beurteilende Statistik betrachtet.

Kürzel	Grundkompetenz
Beschreibende Statistik	
WS 1.1	Werte aus tabellarischen und elementaren grafischen Darstellungen ablesen (bzw. zusammengesetzte Werte ermitteln) und im jeweiligen Kontext angemessen interpretieren können.
Anmerkung: (un-)geordnete Liste, Strichliste, Piktogramm, Säulen-, Balken-, Linien-, Stängel-	

4 Vorgehensweise bei der Analyse der BIFIE-Aufgaben und der Schulbuchaufgaben

Blatt-, Punktwolkendiagramm, Histogramm (als Spezialfall eines Säulendiagramms), Prozentstreifen, Kastenschaubild	
WS 1.2	Tabellen und einfache statistische Grafiken erstellen, zwischen Darstellungsformen wechseln können.
WS 1.3	Statistische Kennzahlen (absolute und relative Häufigkeiten; arithmetisches Mittel, Median, Modus, Quartile, Spannweite, empirische Varianz/Standardabweichung) im jeweiligen Kontext interpretieren können; die angeführten Kennzahlen für einfache Datensätze ermitteln können.
WS 1.4	Definition und wichtige Eigenschaften des arithmetischen Mittels und des Medians angeben und nutzen, Quartile ermitteln und interpretieren können, die Entscheidung für die Verwendung einer bestimmten Kennzahl begründen können.
<p>Anmerkung: Wenn auch statistische Kennzahlen (für einfache Datensätze) ermittelt und elementare statistische Grafiken erstellt werden sollen, liegt das Hauptaugenmerk auf verständigen Interpretationen von Grafiken (unter Beachtung von Manipulationen) und Kennzahlen. Speziell für das arithmetische Mittel und den Median (auch als Quartilen) müssen die wichtigsten Eigenschaften (definitive Eigenschaften, Datentyp-Verträglichkeit, Ausreißerempfindlichkeit) gekannt und verständlich eingesetzt bzw. berücksichtigt werden. Beim arithmetischen Mittel sind allenfalls erforderliche Gewichtungen zu beachten („gewogenes arithmetisches Mittel“) und zu nutzen (Bildung des arithmetischen Mittels aus arithmetischen Mitteln von Teilmengen).</p>	
Wahrscheinlichkeitsrechnung	
WS 2.1	Grundraum und Ereignisse in angemessenen Situationen verbal bzw. formal angeben können.
WS 2.2	Relative Häufigkeit als Schätzwert von Wahrscheinlichkeit verwenden und anwenden können.
WS 2.3	Wahrscheinlichkeit unter der Verwendung der Laplace-Annahme (Laplace-Wahrscheinlichkeit) berechnen und interpretieren können, Additionsregel und Multiplikationsregel anwenden und interpretieren können.
<p>Anmerkung: Die Multiplikationsregel kann unter Verwendung der kombinatorischen Grundlagen und der Anwendung der Laplace-Regel (auch) umgangen werden.</p>	
WS 2.4	Binomialkoeffizient berechnen und interpretieren können.
Wahrscheinlichkeitsverteilung(en)	
WS 3.1	Die Begriffe <i>Zufallsvariable</i> , (<i>Wahrscheinlichkeits-</i>) <i>Verteilung</i> , <i>Erwartungswert</i> und <i>Standardabweichung</i> verständlich deuten und einsetzen können.
WS 3.2	Binomialverteilung als Modell einer diskreten Verteilung kennen – Erwartungswert sowie Varianz/Standardabweichung binomialverteilter Zufallsgrößen ermitteln können, Wahrscheinlichkeitsverteilung binomialverteilter Zufallsgrößen angeben können, Arbeiten mit der Binomialverteilung

	in anwendungsorientierten Bereichen
WS 3.3	Binomialverteilung als Modell einer diskreten Verteilung kennen – Erwartungswert sowie Varianz/Standardabweichung binomialverteilter Zufallsgrößen ermitteln können, Wahrscheinlichkeitsverteilung binomialverteilter Zufallsgrößen angeben können, Arbeiten mit der Binomialverteilung in anwendungsorientierten Bereichen
WS 3.4	Normalapproximation der Binomialverteilung interpretieren und anwenden können.
<p>Anmerkung: Kennen und Anwenden der Faustregel, dass die Normalapproximation der Binomialverteilung mit den Parametern n und p dann anzuwenden ist und gute Näherungswerte liefert, wenn die Bedingung $np(1-p) \geq 9$ erfüllt ist. Die Anwendung der Stetigkeitskorrektur ist nicht notwendig und daher für Berechnungen im Zuge von Prüfungsbeispielen vernachlässigbar. Kennen des Verlaufs der Dichtefunktion ϕ der Standardnormalverteilung mit Erwartungswert μ und Standardabweichung σ. Arbeiten mit der Verteilungsfunktion Φ der Standardnormalverteilung und korrektes Ablesen der entsprechenden Werte.</p>	
Schließende/Beurteilende Statistik	
WS 4.1	Konfidenzintervalle als Schätzung für eine Wahrscheinlichkeit oder einen unbekanntem Anteil p interpretieren (frequentistische Deutung) und verwenden können, Berechnungen auf Basis der Binomialverteilung oder einer durch die Normalverteilung approximierten Binomialverteilung durchführen können.

(Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik, S. 9-12)

Kategorie: *Antwortformate*

Wie bereits erwähnt, werden bei den BIFIE-Aufgaben verschiedene Antwortformate verwendet. Diese Kategorie gibt das jeweilige Antwortformat der Aufgabe an.

Kürzel	Antwortformat
OF	Offenes Antwortformat
HOF	Halboffenes Antwortformat
1a6	Multiple-Choice-Antwortformat: 1 aus 6
2a5	Multiple-Choice-Antwortformat: 2 aus 5
xa5	Multiple-Choice-Antwortformat: x aus 5

ZF	Zuordnungsformat
KF	Konstruktionsformat

Kategorie: Graph

Da bei den BIFIE-Aufgaben oft graphische Darstellungen verwendet werden, ist es mir ein Anliegen darauf zu achten, ob in den Schulbüchern der AHS Oberstufe ebenso Wert darauf gelegt wird. Graphische Darstellungen werden im Analyseraster mit dem Kürzel *Graph* abgekürzt. Wird bei dieser Kategorie ein Kürzel eingetragen, so bedeutet das, dass Graphen von Funktionen, Tabellen, Diagramme, Boxplots, Baumdiagramme, Stabdiagramme, Säulendiagramme sowie Histogramme in der Angabe enthalten sind. Zum Lösen der Aufgabe wird dies benötigt, um z.B. Aussagen aufgrund des Graphen einer Funktion machen zu können oder das erste Quartil bei einem Boxplot abzulesen. Ist eine graphische Darstellung selbst zu erstellen oder muss ein Koordinatensystem ergänzt werden, so wird in dieser Kategorie kein Kürzel angegeben. Dieser Fall ist ohnehin zu erkennen, wenn beim Antwortformat das Konstruktionsformat angegeben ist.

Kürzel	Art der graphischen Darstellung
GR	Graph einer oder mehrerer Funktionen
ST	Stabdiagramm
SÄ	Säulendiagramm
BA	Balkendiagramm
KR	Kreisdiagramm
HI	Histogramm
BAU	Baumdiagramm
BO	Boxplot bzw. Kastenschaubild
TAB	Tabelle

Kategorie: Kontext

Einheiten und Größen sind in der Mathematik unumgänglich. Aber auch Vorsilben, physikalische Größen und Definitionen sowie finanzmathematische Grundlagen und Begriffe in der Kosten-Preis-Theorie finden vor allem in der angewandten Mathematik ihren Einsatz. Um den Gebrauch bei Aufgaben zu erfassen, wird diese Kategorie mit dem Kürzel EG bezeichnet. Dieses Kürzel wird in der Tabelle des Analyserasters verwendet falls in der Aufgabenstellung die folgenden Einheiten, Größen, Begriffe bzw. Definitionen gebraucht werden, auch wenn sie für das Lösen der Aufgabe nicht nötig sind.

Außerdem wird der Gebrauch von Prozent, Promille und ppm mit einem Kürzel gekennzeichnet.

Kürzel	
EG 1	1 Prozent = 10^{-2} = 10000 ppm = Teile pro Hundert = 1 %
EG 2	1 Promille = 10^{-3} = 1000 ppm = Teile pro Tausend = 0,1 % = 1‰
EG 3	1 ppm (parts per million) = 10^{-6} = Teile pro Million = 0,0001 %

(Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik, S. 19)

Des Weiteren gibt es einige Vorsilben deren Bedeutung die Schüler_innen kennen sollten.

Kürzel	Abkürzung	Vorsilbe	Bedeutung	
EG 4	T	Tera	Billion	10^{12} = 1000000000000
EG 5	G	Giga	Milliarde	10^9 = 1000000000
EG 6	M	Mega	Million	10^6 = 1000000
EG 7	k	Kilo	Tausend	10^3 = 1000
EG 8	h	Hekto	Hundert	10^2 = 100
EG 9	da	Deka	Zehn	10^1 = 10
EG 10	d	Dezi	Zehntel	10^{-1} = 0,1

4Vorgehensweise bei der Analyse der BIFIE-Aufgaben und der Schulbuchaufgaben

EG 11	c	Zenti	Hundertstel	$10^{-2} = 0,01$
EG 12	m	Milli	Tausendstel	$10^{-3} = 0,001$
EG 13	μ	Mikro	Millionstel	$10^{-6} = 0,000001$
EG 14	n	Nano	Milliardstel	$10^{-9} = 0,000000001$
EG 15	p	Pico	Billionstel	$10^{-12} = 0,000000000001$

(Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik, S. 20)

Weiters benötigt es (physikalische) Größen und Einheiten, um Aufgaben der angewandten Mathematik zu lösen.

Kürzel	Größe	Einheit	Symbol	Beziehung
EG 16	Temperatur	Grad Celsius bzw. Kelvin	$^{\circ}\text{C}$, K	$\Delta t = \Delta T$
EG 17	Frequenz	Hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
EG 18	Energie, Arbeit, Wärmemenge	Joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
EG 19	Kraft	Newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
EG 20	Drehmoment	Newtonmeter	$\text{N} \cdot \text{m}$	$1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
EG 21	elektrischer Widerstand	Ohm	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V} \cdot \text{A}^{-1} =$ $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{A}^{-2} \cdot \text{s}^{-3}$
EG 22	Druck	Pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} =$ $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
EG 23	elektrische Stromstärke	Ampere	A	$1 \text{ A} = 1 \text{ C} \cdot \text{s}^{-1}$
EG 24	elektrische Spannung	Volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1} =$ $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^{-3}$
EG 25	Leistung	Watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} =$ $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$

(Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik, S. 20)

Die Zusammenstellung physikalischer Größen und Definitionen wird in folgender Tabelle aufgelistet.

Kürzel				
EG 26	Dichte	$\rho = \frac{m}{V}$		
EG 27	Leistung	$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$	$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$	$P = \frac{d w(t)}{d t}$
EG 28	Kraft	$F = m \cdot a$		
EG 29	Arbeit	$W = F \cdot s$		
		$W = \int F(s) ds$	$F = \frac{d W}{d s}$	
EG 30	kinetische Energie	$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$		
EG 31	potentielle Energie	$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$		
EG 32	gleichförmige geradlinige Bewegung	$v = \frac{s}{t}$	$v = \frac{d s}{d t}$	$v(t) = s'(t) = \frac{d s}{d t}$
EG 33	gleichmäßig beschleunigte geradlinige Bewegung	$v = a \cdot t + v_0$	$a = \frac{d v}{d t}$	$a(t) = v'(t) = s''(t) = \frac{d^2 s}{d t^2}$

(Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik, S. 21)

Zu den finanzmathematischen Grundlagen zählt laut BIFIE nur die Zinseszinsrechnung.

Kürzel			
EG 34	Zinseszinsen	$K_n = K_0 \cdot (1+i)^n$ mit $i = \frac{p}{100}$	Anfangskapital ... K_0 Endkapital ... K_n

(Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik, S. 21)

Die Begriffe der Kosten-Preis-Theorie befinden sich in der nachstehenden Tabelle.

Kürzel	Begriff	Darstellung
EG 35	Erlös/Ertrag bzw. Erlösfunktion/Ertragsfunktion	... in Form einer linearen Darstellung
EG 36	Kosten bzw. Kostenfunktion	... in der Form einer proportionalen, degressiven, progressiven, regressiven und fixen Darstellung
EG 37	Gewinn bzw. Gewinnfunktion	... als Erlös – Kosten
EG 38	Nachfragepreis bzw. Nachfragepreisfunktion	... lineare Funktion
EG 39	Grenzkosten	... als Punkt
EG 40	Grenzerlös	
EG 41	Grenzwinn	
EG 42	Break-even-Point	

(Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik, S. 22)

Kategorie: Aufgabenstellung/Arbeitsanweisungen

Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung bringt einige Arbeitsanweisungen mit sich, die meiner Erfahrung nach im Unterricht weniger oft behandelt werden. Oft sind bei Arbeitsanweisungen im Unterricht lediglich Berechnungen durchzuführen oder Diagramme, Graphen, etc. zu zeichnen. Nur einige Aufgaben fordern von den Schüler_innen Ergebnisse zu begründen oder zu deuten. Das Modellieren ist ebenso ein Verfahren, das von Schüler_innen weniger oft durchgeführt wird. Dies liegt womöglich daran, dass das Kontrollieren der Ergebnisse länger dauert als bei herkömmlichen Aufgaben. In folgender Tabelle wird jeder Arbeitsanweisung ein Kürzel zugeordnet. Das Kürzel wird der Kategorie zugeordnet falls sich die Arbeitsanweisung so in der Aufgabe wiederfindet. Befindet sich ein Kürzel in Klammer, so ist es ein Vermerk von mir, dass auch diese Formulierung der Arbeitsanweisung möglich gewesen wäre.

Kürzel	Arbeitsanweisungen
BR	Berechnen Sie ... !
BG	Begründen Sie... !
BS	Bestimmen Sie ... !
BSCH	Beschreiben Sie ... !
DE	Deuten Sie das Ergebnis im Zusammenhang mit ... !
EG	Ergänzen Sie ... !
EL	Erläutern Sie ... !
EM	Ermitteln Sie... !
ES	Erstellen Sie ... !
FO	Formen Sie die gegebene Formel um ... !
GE	Geben Sie ...
KR	Kreuzen Sie... an!
M	Modellieren Sie... ! Was kann modelliert werden mit ... ? AP 1_026
MA	Markieren Sie in der Abbildung ... !
NE	Nennen Sie ... !
OR	Ordnen Sie... zu!
SCH	Schätzen Sie ... !
ST	Stellen Sie ... dar!
VE	Veranschaulichen Sie ... !
VV	Vervollständigen Sie ... !
Z	Zeichnen Sie ... !
ZEI	Zeigen Sie ... !

Kategorie: Anzahl der Wörter

Diese Kategorie ist nur bei den Teil-2-Aufgaben zu finden, da die Aufgaben aus einem allgemeinen Angabetext und mehreren Teilaufgaben besteht, die das Beherrschen von Grundkompetenzen eventuell auch aus mehreren Inhaltsbereichen fordern. So ergibt sich eine relativ große Anzahl von Wörtern. Einerseits wird die Gesamtanzahl der Wörter ermittelt und zusätzlich wird noch die Wortanzahl des allgemeinen Angabetextes extra aufgelistet.

Kategorie: Sonstiges

Bei der Kategorie *Sonstiges* werden bei den Grundkompetenzaufgaben jene Dinge berücksichtigt, die im Vergleich zu anderen Dingen nicht besonders oft auftreten. Hier möchte ich notieren, ob man die Aufgabe einem bestimmten Thema, wie z.B. Physik oder Geographie zuordnen kann und, ob ein Überfluss an Information bereitgestellt wird. Das heißt, ob Formeln, medizinische, geographische, wirtschaftliche Informationen angegeben sind, die zum Lösen der Aufgabe nicht erforderlich sind. Außerdem wird ein möglicher Überfluss an Informationen festgehalten.

Kürzel	Bedeutung
ÜI	Überfluss an Information
T	Thema: Hier wird zusätzlich auch noch angegeben, welches Themengebiet behandelt wird. Die zugehörigen Kürzel sind in der Kategorie <i>Thema</i> erklärt.

So bedeutet z.B. T: GEO, dass in der Aufgabe ein geographisches Thema behandelt wird.

Kategorie: Zusätzliche Informationen

Zusätzliche Informationen werden vor allem bei den Teil-2-Aufgaben eine wesentliche Rolle spielen. Bei den Teil-1-Aufgaben ist zu erwarten, dass zusätzliche Informationen

eher selten auftreten werden. Deshalb ist diese Kategorie nur bei Teil-2-Aufgaben vorhanden. In dieser Kategorie wird mit einem kurzen Text beschrieben, welche Informationen gegeben sind, die nicht zum Lösen der Aufgabe notwendig sind.

Kategorie: *Thema*

Diese Kategorie zeigt in welches Themengebiet die Aufgabe eingebettet wurde.

Kürzel	Themengebiet
PH	Themen aus dem Bereich Physik
GEO	Themen aus dem Bereich Geographie
KP	Themen aus dem Bereich Kosten-Preis-Theorie
M	Themen aus dem Bereich Medizin
BIO	Themen aus dem Bereich Biologie
SP	Themen aus dem Bereich Sport
ALL	Alltagsthemen

Kategorie: *Vergleichbar mit*

Die Kategorie *Vergleichbar mit* listet jene Aufgaben auf, die mit der jeweiligen BIFIE - Aufgabe vergleichbar sind, d.h. die gleiche Grundkompetenz zur Lösung benötigen. Sind die vergleichbaren Aufgaben aus dem Schulbuch *Mathematik verstehen*, so werden sie in die Kategorie MV eingeordnet, sind sie aus dem Buch *Mathematik*, so ist die vorgesehene Kategorie M. Die vergleichbaren Aufgaben aus dem Schulbuch *Dimensionen* sind in der Kategorie D zu finden. Da die Schulbücher aus der fünften, sechsten, siebenten und achten Klasse der AHS herangezogen werden, muss sich der Code aus der Schulstufe und der Aufgabennummer zusammensetzen. D 6/234 bedeutet, dass es sich um das Schulbuch *Dimensionen* aus der sechsten Klasse AHS handelt und Aufgabe 234 gemeint ist. Im Schulbuch *Dimensionen 5* gibt es noch am Ende jedes Kapitels einen

Kompetenzcheck bei dem die Aufgabennummer wieder mit 1 beginnt. Aufgrund dessen haben diese Aufgaben ein anderes Kürzel.

Kürzel	Schulbuch, Kapitel
D 5/ZR	Dimensionen 5, Zahlen und Rechengesetze
D 5/TF	Dimensionen 5, Terme und Formeln
D 5/F	Dimensionen 5, Gleichungen
D 5/G	Dimensionen 5, Lineare Gleichungssysteme mit zwei Variablen
D 5/LG	Dimensionen 5, Trigonometrie
D 5/T	Dimensionen 5, Trigonometrie
D 5/V	Dimensionen 5, Vektorrechnung und analytische Geometrie

Zum Beispiel bedeutet D 5/F1, dass im Schulbuch *Dimensionen 5* auf die Aufgabe 1 beim Kompetenzcheck im Kapitel Funktionen Bezug genommen wird.

4.4.4 Analyse der vergleichbaren Aufgaben

Ich habe mich dafür entschieden die Schulbuchaufgaben nicht in den verschiedenen Kategorien in einer Tabelle zu analysieren, da es meiner Meinung nach nicht möglich ist, dass eine Tabelle hier eine gute Übersicht der Unterschiede liefert. Die Unterschiede werden zwar in Kategorien unterteilt, jedoch werden diese in einem Text zusammengefasst.

Kategorie: Aufgabenstellung/Arbeitsanweisung

Hier ist nicht nur von den Aufgabenstellungen die Rede, die schon in der Kategorie *Aufgabenstellungen* oben aufgelistet werden. Es könnte sein, dass es bei bestimmten Aufgabenstellungen mehr vergleichbare Aufgaben gibt, als bei anderen. Ich werde bei der

Analyse darauf achten und die Ergebnisse mit Beispielen begründen.

Kategorie: *Antwortformate*

Es ist möglich, dass von den Schüler_innen ähnliche Anforderungen bei vergleichbaren Aufgaben verlangt werden, die Antwortformate aber nicht übereinstimmen. Jedoch könnten die Antwortformate alleine eine neue Herausforderung an die Schüler_innen stellen. Deshalb möchte ich diese Unterschiede festhalten.

Kategorie: *Fachsprache*

Da es für einige mathematische Begriffe Synonyme gibt, möchte ich festhalten, welches Synonym bevorzugt bei BIFIE- und Schulbuchaufgaben verwendet wird. Außerdem wird noch darauf geachtet, ob für mathematische Begriffe unterschiedliche Symbole verwendet werden.

Kategorie: *Komplexität*

Natürlich wird auch auf die Unterschiede bezüglich der Komplexität geachtet. Warum sich meiner Meinung nach eine höhere, gleiche oder niedrigere Komplexität ergibt, wird in der Analyse beschrieben, um eine Tendenz festzustellen, ob die Komplexität vergleichbar ist.

5 Ergebnisse der Analyse

5.1 Ergebnisse der Analyse mittels Analyseraster

5.1.1 Ergebnisse bei den Grundkompetenzaufgaben

Es wurden 48 Grundkompetenzaufgaben analysiert, die sich dem Inhaltsbereich „Funktionale Abhängigkeiten“ zuordnen lassen. Die Anzahl der Teil-1-Aufgaben aus dem Inhaltsbereich „Wahrscheinlichkeit und Statistik“ beträgt 24. Es wurden also insgesamt 72 Grundkompetenzaufgaben betrachtet, welche vom Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens erstellt wurden.

Arbeitsanweisungen

Da bei der schriftlichen Reifeprüfung in Mathematik oft der Schwerpunkt der Aufgaben beim Rechnen und Operieren lag, wird nun analysiert, ob auch die BIFIE-Aufgaben meistens diesem Aufgabentyp entsprechen oder doch der Fokus auf andere Aufgabenstellungen liegt. Außerdem wird darauf eingegangen, ob und wie die Schulbücher auf die verschiedenen Anforderungen vorbereiten.

Rechnen und Operieren:

Mit der Nennung der folgenden Aufgaben wird analysiert, ob die Schüler_innen auf das Rechnen und Operieren genügend vorbereitet werden.

Folgend werden die BIFIE-Aufgaben und vergleichbare Schulbuchaufgaben betrachtet, die aus dem Inhaltsbereich „Funktionale Abhängigkeiten“ stammen und bei denen ein Rechnen oder Operieren nötig ist, damit die Aufgabe gelöst werden kann.

Bei Aufgabe PK 3 ist die Halbwertszeit eines Arzneistoffes zu berechnen. In allen Schulbüchern sind ähnliche Aufgaben zu finden (M 6/931, M 6/935, MV 6/4.53, MV 6/4.58, D 6/580).

Im Inhaltsbereich „Wahrscheinlichkeit und Statistik“ sind Berechnungen zum Median, zum Modus, zur Spannweite und zum arithmetischen Mittel durchzuführen. Wahrscheinlichkeiten bestimmter Ereignisse sind mittels Additions- und Multiplikationsregel zu bestimmen. Ebenso sind Aufgaben zur Binomialverteilung zu lösen. Folgend werden Beispiele zu Berechnungen, die in BIFIE-Aufgaben verlangt werden und ähnliche Aufgaben, wie sie in Schulbüchern zu finden sind, vorgestellt.

Bei Aufgabe AP 1_067 muss eine Prozentrechnung durchgeführt werden. Hier besteht die Herausforderung nicht darin diese Rechnung richtig durchzuführen, sondern die notwendigen Informationen aus einem Funktionsgraphen und einem Kreisdiagramm abzulesen. Im Unterpunkt *Informationen aus graphischen Darstellungen ablesen* wird näher darauf eingegangen.

Die Aufgabe PK 10 ist eine Multiple-Choice-Aufgabe. Es ist eine Liste von Daten gegeben und es müssen richtige Aussagen zu den Begriffen Median, Modus, arithmetisches Mittel und Spannweite erkannt werden. Um die richtigen Aussagen von den falschen zu unterscheiden, sind Berechnungen notwendig. Auffällig ist, dass die Liste von Daten abgeändert werden muss, damit mittels Berechnung alle Aussagen bewertet werden können. Beispielsweise ist gefragt, wie sich das arithmetische Mittel ändert, wenn ein bestimmter Wert der Datenliste um 2 erhöht wird. Das Bestimmen bzw. Berechnen des Medianes, Modus', arithmetischen Mittels und der Spannweite wird in allen Lehrbüchern geübt (M 6/720, M 6/721, MV 6/12.16 – 6/12.19, MV 6/12.24, D 8/567, D 8/568, D 8/572). Der Unterschied besteht darin, dass die Liste der Daten nicht verändert werden muss, um

bestimmte Berechnungen durchzuführen.

Das Berechnen des arithmetischen Mittels wird in mehreren Grundkompetenzaufgaben (AP 1_079, KC 12) verlangt und ist im Schulbuch *Mathematik* (M 6/720), im Schulbuch *Mathematik verstehen* (MV 6/12.16 – 6/12.19) und im Schulbuch *Dimensionen* (D 6/430, D 6/432) zu finden. Der Unterschied besteht darin, dass in der BIFIE-Aufgabe AP 1_079 das arithmetische Mittel von arithmetischen Mitteln berechnet werden, die in Form eines Texts gegeben sind. In den Schulbuchaufgaben ist dieses aus einer Liste von Daten zu bestimmen. Nur das Lehrbuch *Mathematik* bietet eine Aufgabe, die diese Aufgabenstellung beinhaltet (M 8/116).

Im Inhaltsbereich *Wahrscheinlichkeit und Statistik* wird bei den BIFIE-Aufgaben das Berechnen der Wahrscheinlichkeiten des Eintretens verschiedener Ereignisse mittels Additions- und Multiplikationsregel verlangt (AP 1_051, AP 1_014). In den Aufgaben M 6/769, M 6/775, MV 8/13.14, D 6/531 – 6/533, D 8/581 und einigen anderen Schulbuchaufgaben ist ebenfalls die Anwendung dieser Regeln erforderlich.

Bei Aufgabe 1_043 sind Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten eines bestimmten Ereignisses zu ermitteln und anschließend der Erwartungswert zu berechnen. Mit den Aufgaben M 7/997, M 7/9.32 und D 7/711 bereiten die Schulbücher auf diese Aufgabenstellung vor.

Auch das Berechnen mittels Binomialverteilung wird in Aufgabe AP 1_044 verlangt und in mehreren Aufgaben (M 7/1010, M 8/1120, MV 7/9.100 – 7/9.108, D 7/755, D 7/760, D 7/761) in den Schulbüchern *Mathematik*, *Mathematik verstehen* sowie *Dimensionen* geübt. In den genannten Schulbüchern ist die Aufgabe jedoch in einem anwendungsorientierten Kontext zu lösen.

Graphische Darstellungen erstellen:

Um zu analysieren wie die Schulbücher auf das Erstellen graphischer Darstellungen vorbereiten, werden die folgenden Beispiele betrachtet.

Im Inhaltsbereich „funktionale Abhängigkeiten“ sind folgende Übereinstimmungen zu finden.

Aufgabe KC 6 verlangt das Zeichnen einer linearen Funktion mit gegebener Steigung k . Der Abstand vom Ursprung auf der y -Achse, der durch den Parameter d gegeben ist, soll eine negative Zahl sein. Es gibt einige Aufgaben im Lehrbuch *Mathematik*, bei der die Graphen einer linearen Funktion zu zeichnen sind. Hier gibt es außerdem noch eine Aufgabe, bei der die Steigung k und der Parameter d einer Geraden von einer zweiten Geraden abhängig sind (M 5/438). Bei Aufgabe D 8/486 ist ebenfalls eine lineare Funktion zu zeichnen. Hier ist der Parameter d unbekannt und es soll darauf eingegangen werden, welche Auswirkung eine Änderung des Parameters d auf den Funktionsgraphen hat. Auch im Schulbuch *Mathematik verstehen* ist eine vergleichbare Aufgabe zu finden (MV 5/8.90).

Es sind keine vergleichbaren Schulbuchaufgaben im Schulbuch *Mathematik verstehen* zur Aufgabe AP 1_1039 zu finden. Hier sollte man alle Lösungsfälle für die Anzahl von reellen Nullstellen bei einer Polynomfunktion 3. Grades veranschaulichen.

Je nachdem wie die Parameter a und b einer Sinusfunktion $f(x) = a \cdot \sin(b \cdot x)$ geändert werden, ändert sich auch das Aussehen des Graphen dieser Funktion. Bei Aufgabe AP 1_066 soll zu vorgegeben Parametern die zugehörige Auswirkung auf den Funktionsgraphen zugeordnet werden. Auch Aufgabe AP 1_107 behandelt die Wirkung der Parameter. Hier soll die Funktion $f(x) = 2 \cdot \sin(x)$ in das Koordinatensystem eingezeichnet werden, wobei der Graphen der Funktion $f(x) = \sin(x)$ bereits dargestellt ist. Auch in den Aufgaben AP 1_108 und 1_109 wird das Einzeichnen eines Graphen einer Funktion mit veränderten Parametern erfordert. Die Aufgaben D 6/745 und D 8/516 erlegen den Schüler_innen auf, die Veränderungen des Graphen zu beschreiben, jedoch sind die entsprechenden Graphen bereits gezeichnet. Aufgabe D 6/750 erfordert auch das Zeichnen von ähnlichen Winkelfunktionen wie in den BIFIE-Aufgaben. Die Beschreibung der Auswirkungen auf den Funktionsgraphen (z.B. Streckung, Stauchung, Amplitude, Schwingungsdauer, Frequenz) bei der Veränderung der Parameter wird in den Aufgaben MV 6/5.26 bis MV 6/5.29 verlangt. Außerdem sind bei Aufgabe MV 6/5.26 die Funktionen

$f(x) = \sin(x)$ und $f(x) = 2 \cdot \sin(x)$ zu zeichnen. Eine ähnliche Aufgabe wie die Aufgabe AP 1_109 wird nicht vom Schulbuch *Mathematik verstehen* verlangt. Im Schulbuch *Mathematik* wird in den Aufgaben M 6/965, M 6/966 und M 6/1035 verlangt, dass dieselben Funktionen, die in den BIFIE-Aufgaben dargestellt werden sollen, gezeichnet werden.

Bei den Aufgaben AP 1_041 und AP 1_042 soll bei gegebener Sinusfunktion $f(x) = \sin(x)$ bzw. $f(x) = \cos(x)$ aus sechs Graphen der Graph der jeweiligen Ableitungsfunktion gefunden werden. Die Aufgabe D 7/337 erfordert das Skizzieren der Graphen dieser Ableitungsfunktionen. Im Schulbuch *Mathematik verstehen* gibt es keine Aufgabe, in der die Graphen dieser Ableitungsfunktion betrachtet werden.

Das Erstellen von Histogrammen und Kastenschaubildern wird bei den BIFIE-Aufgaben im Inhaltsbereich „Statistik und Wahrscheinlichkeit“ verlangt. Ebenso findet man ähnliche Aufgaben in den Schulbüchern.

In der Aufgabe AP 1_024 ist das Erstellen eines Histogramms erforderlich. Das Anfertigen dieser Darstellung wird im Schulbuch *Mathematik* (M 6/722), im Schulbuch *Mathematik verstehen* (MV 6/12.01, MV 6/12.07, MV 6/12.08) sowie im Schulbuch *Dimensionen* (D 6/426) erlernt.

Das Zeichnen eines Kastenschaubilds wird im Aufgabenpool (AP 1_025) und im Kompetenzcheck Mathematik (AHS) (KC 13) des BIFIE verlangt und in den Büchern *Mathematik* (M 6/721, M 6/722), *Mathematik verstehen* (MV 6/12.26) und *Dimensionen* (D 6/441, D 6/446) auch des Öfteren geübt.

Informationen aus graphischen Darstellungen ablesen:

Betrachtet man die Analyseraster der Teil-1-Aufgaben, so ist auffällig, dass bei rund 56 Prozent der BIFIE-Aufgaben eine graphische Darstellung gegeben ist, aus der Informationen abgelesen werden müssen. Wichtig ist nochmals darauf hinzuweisen, dass in der Kategorie *Graph* nicht jene graphischen Darstellungen gemeint sind, die von den

Schüler_innen zu erstellen sind, sondern nur jene, die bereits angegeben sind. Nun stellt sich die Frage, ob auch die Schulbücher Aufgaben anbieten, die das Ablesen aus graphischen Darstellungen erfordern. Da die Schulbuchautor_innen von den Verlagen auf eine gewisse Seitenanzahl begrenzt werden, könnte es eine große Herausforderung darstellen eine gewisse Anzahl von graphischen Darstellungen in den Schulbüchern unterzubringen, da diese nicht besonders platzsparend sind. Im Folgenden werden jene BIFIE-Aufgaben aufgelistet, bei denen Informationen aus graphischen Darstellungen entnommen werden müssen. Außerdem wird erwähnt, ob in den Schulbüchern vergleichbare Aufgaben zu finden sind bzw. worin sich diese unterscheiden.

Im Inhaltsbereich „Funktionale Abhängigkeiten“ sind 28 BIFIE-Aufgaben zu finden, die eine graphische Darstellung beinhalten, wobei es sich hier fast ausschließlich um Funktionsgraphen handelt. Im Folgenden möchte ich diese Aufgaben angeben.

Aufgabe AP 1_080 und KC 7 überprüfen, inwiefern Schüler_innen aus gegebenen Abbildungen entscheiden können, ob man sie als Funktion betrachten kann. Es wird somit die Grundkompetenz FA 1.1 überprüft. Mit den Aufgaben M 5/414 MV 5/7.15 und MV 8/11.02 sind vergleichbare Aufgaben im Schulbuch *Mathematik verstehen* und im Schulbuch *Mathematik* zu finden. Im Schulbuch *Dimensionen* wird eine ähnliche Aufgabe (D 5/311) gestellt und in Aufgabe D 8/490 wird danach gefragt, ob es sich bei der Darstellung um eine lineare Funktion handelt, wobei hier ebenfalls erkannt werden muss, dass es sich bei einer Darstellung um keine Funktion handelt.

Die Aufgaben AP 1_011, AP 1_022, AP 1_097, AP 1_098, AP 1_099 beinhalten einen Funktionsgraphen, dessen Betrachtung für das Lösen der Aufgabe notwendig ist. Diese Aufgaben können gelöst werden, wenn die Grundkompetenz FA 1.2 beherrscht wird.

Bei Aufgabe AP 1_081 muss jener Wert x ermittelt werden, für den $f(x - 3) = 2$ gilt, wobei zusätzlich ein Graph einer Funktion gegeben ist. Im Schulbuch *Mathematik* ist zwar bei Aufgabe M 5/370 der Funktionswert gegeben und das Argument muss abgelesen werden, aber das Argument muss nicht als Differenz aufgefasst werden. Nur bei einer Aufgabe (M 5/440) ist diese Schreibweise zu finden. Es sind einige Sätze zu lineare Funktionen zu

beweisen bei der das Argument als Summe oder Differenz angegeben wird, z.B. $f(x + 2) = f(x) + 2k$. Das Schulbuch *Mathematik verstehen* enthält eine sehr ähnliche Aufgabe (MV 5/9.89). Das Argument wird im Schulbuch *Dimensionen* nicht als Differenz angegeben, denn hier findet sich nur eine Aufgabe (D 5/232b) bei der eine Stelle x angegeben werden soll, an der $f(x) = 4$ ist.

Das Ermitteln von Werten aus Graphen von Funktionen wird in Aufgabe AP 1_011 verlangt. Es ist ein Graph einer Potenzfunktion dritten Grades gegeben, wobei der Parameter d ermittelt werden soll. Im Schulbuch *Dimensionen* finden sich einige Aufgaben, die das Ermitteln von Werten fordern, jedoch müssen keine Parameter einer Potenzfunktion ermittelt werden. Auch in den anderen Schulbüchern befinden sich keine vergleichbaren Aufgaben.

Aufgabe AP 1_022 verlangt zu einem Graphen eines senkrecht nach oben geworfenen Körpers wahre und falsche Aussagen zu erkennen. Ähnliche Herausforderungen bringen auch die Aufgaben M 5/379, MV 5/7.32 – 5/7.38 und D 5/255 mit sich.

Das Ablesen der Argumente aus einem Graphen einer Potenzfunktion und einer linearen Funktion in einem angegebenen Intervall ist bei Aufgabe AP 1_098 und Aufgabe 1_097 zu beherrschen. Das Lehrbuch *Mathematik* bietet eine ähnliche Aufgabe (M 5/7.07). Hier ist ein Funktionsgraph nur in einem bestimmten Intervall gezeichnet und es soll die Definitionsmenge bestimmt werden. Im Schulbuch *Mathematik verstehen* ist eine vergleichbare Aufgabe zu finden, wobei hier eine quadratische Funktion gegeben ist. Im Schulbuch *Dimensionen* wird nur das Bestimmen der Definitionsmenge bei gegebenem Funktionsterm geübt (D 5/314), jedoch nicht bei gegebenem Graphen einer Funktion. Außerdem sind die möglichen Werte der Argumente nicht in einem bestimmten Intervall anzugeben.

Das Ablesen von Argumenten und Funktionswerten in anwendungsorientierten Aufgaben wird in AP 1_099 verlangt und in den Schulbüchern *Mathematik* (M 5/370, M 5/375, etc.) *Mathematik verstehen* (MV 5/7.32 – 5/7.38) und *Dimensionen* (D 5/227-229) geübt.

Das Bestimmen der Anzahl von Nullpunkten, Extrempunkten und Wendepunkten aus graphischen Darstellungen erfordert die Aufgabe AP 1_012. Außerdem sind richtige Aussagen zu Symmetrie und Monotonie zu erkennen. In einer BIFIE-Aufgabe (AP 1_048) wird das Bestimmen der Punkte aus einer gegebenen Funktion und zusätzlich noch das Zuordnen zu einem Funktionsgraphen gefordert. Das Lehrbuch *Mathematik* bietet nur Aufgaben an, bei denen Funktionsgleichungen ihren Funktionsgraphen zugeordnet werden müssen (M 6/328, M 6/445). Im Schulbuch *Mathematik verstehen* gibt es einige Aufgaben (z.B. AP 8/11.07), die dieselben Anforderungen haben. Jedoch gibt es keine Aufgabe, bei der Wendepunkte aus dem Funktionsgraphen abzulesen sind. Aufgabe D 6/716 übt das Ablesen von einigen der genannten Punkte und Aufgabe D 6/717 verlangt das Ablesen von Monotoniebereichen aus vorgegebenen Graphen einer Funktion. Das Zuordnen einer Funktion und eines Funktionsgraphen, die sich nur durch Spiegelung an der y-Achse unterscheiden, ist nicht in diesem Schulbuch zu finden.

Der Schnittpunkt von zwei gegebenen Potenzfunktionen soll bestimmt werden (AP 1_082). Dabei ist ein Parameter a unbekannt. Zusätzlich ist noch der Graph der beiden Funktionen gegeben, jedoch sind die Achsen nicht skaliert. Es ist aus sechs möglichen Schnittpunkten der richtige Schnittpunkt auszuwählen. Die Berechnung der Fläche zwischen zwei Kurven erfordert das Berechnen von Schnittpunkten zweier Funktionen (M (8/257 – 8/260)). Bei diesen Aufgaben sind alle Parameter der Funktion bekannt und der Schnittpunkt ist eindeutig bestimmt. Im Schulbuch *Mathematik verstehen* befindet sich bis auf minimale Unterschiede die gleiche Aufgabe (MV 8/11.10). Bei Aufgabe D 6/125 und D 6/126 sind zwar die Schnittpunkte von Funktionen zu bestimmen, jedoch ist der Koeffizient a bekannt.

Aufgabe AP 1_061 erfordert das Zuordnen von Körpern zu einer passenden Füllkurve. Vergleichbare Aufgaben werden in den Schulbüchern *Mathematik* und *Dimensionen* nicht gestellt. Nur im Schulbuch *Mathematik verstehen* gibt es vier vergleichbare Aufgaben (MV 5/7.26 - 5 /7.29). Es handelt sich nicht um ein Zuordnungsformat, aber es sind zugehörige Füllkurven zu gegebenen Gefäßen zu zeichnen bzw. umgekehrt.

In Aufgabe AP 1_063 sind zu einem gegebenen Funktionsgraphen richtige Aussagen zu erkennen. Bei den Aufgaben MV 5/8.45 und MV 5/8.46 sind ähnliche Aufgaben zu finden.

In den Schulbüchern *Dimensionen* und *Mathematik* gibt es keine Aufgabe, die dieser Grundkompetenzaufgabe ähnlich ist.

Bei der Aufgabe PK 6 ist der typische Graph einer Polynomfunktion dritten Grades zu erkennen. Bei Aufgabe MV 6/3.37 ist die typische Form einer Polynomfunktion dritten Grades zu skizzieren. Bei den Aufgaben MV 8/11.28 ist der Grad von Funktionen zu bestimmen, wobei die Funktion nicht gegeben ist, sondern nur der Funktionsgraph veranschaulicht wird. Bei Aufgabe M 6/328 müssen einige Funktionen ihren Funktionsgraphen zugeordnet werden, wobei auch eine Funktion dritten Grades gegeben ist. Im Schulbuch *Dimensionen* gibt es eine Aufgabe (D 6/122), die verlangt, dass die Eigenschaften von Potenzfunktionen beschrieben werden. Hier sind sowohl Funktionsgleichung, also auch Funktionsgraph gegeben.

Bei Aufgabe KC 9 sind aus einem Funktionsgraphen die Parameter a und b der Funktion $f(x) = a \cdot x^2 + b$ zu ermitteln. Im Schulbuch *Mathematik* und im Schulbuch *Mathematik verstehen* kann man keine vergleichbaren Aufgaben ausfindig machen. Eine Aufgabe (D 5/F10), bei der zu einer gegebenen Potenzfunktion aus fünf verschiedenen Funktionsgleichungen die zugehörige auszuwählen ist, ist im Schulbuch *Dimensionen* vorhanden.

Bei Aufgabe AP 1_064 ist der jeweiligen Funktionsgleichung der zugehörige Funktionsgraph zuzuordnen. Es ist keine vergleichbare Aufgabe im Schulbuch *Mathematik verstehen* zu finden. Im Schulbuch *Dimension* ist hingegen eine Vielzahl von Aufgaben zu finden, die das Zuordnen von der Funktionsgleichung zum zugehörigen Funktionsgraphen verlangt (D 5/431, D 5/438, D 5/439, D 5/445, D 6/119, D 6/127). Das Lehrbuch *Mathematik* bietet zwei Aufgaben, die das Zuordnen üben (M 6/328, M 6/445).

Aufgabe AP 1_040 und Aufgabe PK 6 überprüfen, ob Schüler_innen den Grad der Polynomfunktion durch Betrachten von Graphen bestimmen können. Bei Aufgabe KC 10 muss zusätzlich noch unter mehreren Polynomfunktionen desselben Grades zugeordnet werden. Mit den Aufgaben M 6/328 und M 8/1080 wird das Erkennen des Grades einer Funktion anhand der Funktionsgraphen geübt. Im Schulbuch *Mathematik verstehen* wird

diese Kompetenz bei den Aufgaben MV 8/11.28 und MV 8/11.29 verlangt, jedoch ist hier nur der Grad der Polynomfunktion zu bestimmen. Bei Aufgabe D 6/127 sind die Graphen von Funktionen verschiedenen Grades ihren Funktionsgleichungen zuzuordnen.

Aufgabe AP 1_065 stellt den Graphen der Exponentialfunktion $f(x) = a \cdot 3^x$ dar. Es soll der Parameter a bestimmt werden. Es gibt keine ähnlichen Aufgaben in den Schulbüchern *Mathematik*, *Mathematik verstehen* und *Dimensionen*.

Bei der BIFIE-Aufgabe AP 1_106 sind die Graphen zweier Exponentialfunktion dargestellt. Durch das Betrachten der Graphen soll über die Parameter der Funktionen richtige Aussagen gemacht werden. Bei den Aufgaben M 6/843 und M 6/947 müssen verschiedene Exponentialfunktionen ihren Funktionsgraphen zugeordnet werden. In den Schulbüchern *Mathematik verstehen* und *Dimensionen* findet man keine Aufgabe, die mit dieser Grundkompetenzaufgabe vergleichbar ist.

Aufgabe AP 1_086 erfordert die Ergänzung der Skalierung einer Sinusfunktion. Das Lehrbuch Mathematik bietet eine Aufgabe, bei der dieselbe Sinusfunktion wie in der BIFIE-Aufgabe gezeichnet werden muss und somit eine richtige Skalierung gewählt werden sollte. In Aufgabe MV 6/5.29 ist der Graph der Funktion aus Aufgabe AP 1_086 mit Hilfe eines geeigneten Computerprogramm zu zeichnen. In den Aufgaben D 6/745 und D 8/516 werden zwar die Auswirkungen von den Parametern bei einer Sinusfunktion besprochen, jedoch wird hier nicht auf die Skalierung näher eingegangen. In Aufgabe D 6/750 wird dann aber das Zeichnen der Graphen von Sinus-, Cosinus- und Tangensfunktionen verlangt.

Bei den BIFIE-Aufgaben aus dem Inhaltsbereich „Wahrscheinlichkeit und Statistik“ findet man Balken-, Stab-, Säulen- und Baumdiagramme. Außerdem sind Boxplots, Funktionsgraphen oder Tabellen vorzufinden. Bei einigen dieser Aufgaben ist es nötig Informationen aus den graphischen Darstellungen zu entnehmen, um die Aufgabe lösen zu können. Diese Aufgaben werden nun aufgelistet.

Aufgabe AP 1_067 erfordert den Umgang mit einem Funktionsgraphen und einem Kreisdiagramm, um eine Aufgabe zum Prozentrechnen richtig zu lösen. Das Ablesen aus

zwei verschiedenen Darstellungsformen, um eine Berechnung durchzuführen, wird in keiner der Aufgaben in den Schulbüchern verlangt. Im Schulbuch *Mathematik* (M 8/1109) muss man aus zwei Diagrammen Informationen ablesen, um einen Lückentext vervollständigen zu können. Jedoch handelt es sich hier nicht um zwei verschiedene graphische Darstellungen.

Aufgabe KC 11 setzt den richtigen Umgang mit einem Kreisdiagramm und einem Säulendiagramm voraus. Hier ist aus dem gegebenen Kreisdiagramm ein zugehöriges Säulendiagramm zu erstellen. Im Schulbuch *Mathematik* ist bei der Aufgabe M 8/1112 ein Prozentstreifen als Histogramm bzw. Stabdiagramm darzustellen. Betrachtet man das Schulbuch *Mathematik verstehen*, so findet man eine Aufgabenstellung (MV 8/13.05), in der dieser Wechsel zwischen den Darstellungsformen verlangt wird. Im Schulbuch *Dimensionen* sind keine verwandten Aufgaben gegeben.

In Aufgabe AP 1_112 ist aus einem Diagramm, welches die Tagesumsätze eines Restaurants für eine bestimmte Woche angibt, der durchschnittliche Tagesumsatz für diese Woche zu berechnen. In den Schulbüchern *Mathematik* sowie *Dimensionen* gibt es vergleichbare Aufgaben (M 6/720, D 6/430, D 6/432), bei denen das arithmetische Mittel aus einer Liste zu berechnen ist. Jedoch fehlen Aufgaben, bei denen das Ablesen der Werte aus einem Balken- oder Säulendiagramm geübt werden kann. Ähnlich verhält es sich mit den Aufgaben in dem Schulbuch *Mathematik verstehen*. Zum Bestimmen des arithmetischen Mittels müssen in den Aufgaben MV 6/12.16 und MV 6/12.17 die Werte zwar nicht aus einem Balkendiagramm entnommen werden, jedoch gibt es andere Aufgaben (MV 8/13.02, MV 8/13.06), die das Ablesen von Daten aus einem Säulendiagramm erfordern. Bezüglich des arithmetischen Mittels sind hier jedoch keine weiteren Berechnungen notwendig.

Um die Aufgabe AP 1_068 zu lösen, muss aus einer gegebenen Grafik der zugehörige Boxplot gefunden werden. Die Grafik zeigt wie viele Punkte bei einem Test von den Schüler_innen erreicht wurden. Es ist keine Aufgabe im Schulbuch *Mathematik verstehen* und im Schulbuch *Dimensionen* zu finden, bei der das Ablesen von Werten aus einer Grafik notwendig ist, um einen Boxplot zu erstellen oder einen zugehörigen vorgegebenen Boxplot zu bestimmen. Die Aufgaben M 6/721, M 6/722, MV 6/12.28 und D 6/446

verlangen nur das Erstellen eines Boxplots mithilfe einer vorgegebenen Liste von Werten.

Die BIFIE-Aufgabe AP 1_045 erfordert das Ablesen von Informationen (Verteilung, Erwartungswert, Standardabweichung, etc.) zu den Lösungshäufigkeiten von zwei Tests aus zwei Stabdiagrammen. In keinem der Schulbücher sind vergleichbare Aufgaben vertreten.

Aufgabe AP 1_046 erfordert die Zuordnung einer gegebenen Binomialverteilung zu gegebenen Säulendiagrammen. Ähnliche Aufgaben sind in den Schulbüchern *Mathematik* und *Mathematik verstehen* nicht anzutreffen. Im Schulbuch *Dimensionen* (D 7/749) sind vier Stabdiagrammen die entsprechenden Wahrscheinlichkeiten zuzuordnen.

Richtige Aussagen erkennen

Das Erkennen von richtigen Aussagen ist bei allen Multiple-Choice-Antwortformaten notwendig. In den Schulbüchern wird bei einigen Aufgaben nach richtigen Aussagen z.B. zu einer vorgegebenen graphischen Darstellung gefragt, jedoch ist das Erkennen einer Falschaussage nur bei Multiple-Choice-Antwortformaten notwendig. Dieses Antwortformat ist aber weniger oft als bei den BIFIE-Aufgaben vertreten. Fraglich ist hier, ob mit der Frage nach wahren Aussagen auch das Erkennen von Falschaussagen geübt wird. Nun werden einige BIFIE-Aufgaben angegeben, bei denen es vergleichbare Aufgaben ohne Multiple-Choice-Antwortformat gibt.

Eine Grundkompetenzaufgabe verlangt, dass die zutreffenden Aussagen zu einer graphischen Darstellung der Zu- und Abwanderung anzukreuzen werden (Aufgabe AP 1_017). Ähnliche Aufgaben im anwendungsorientierten Kontext sind im Schulbuch *Dimensionen* zu finden (D 5/221, D 5/227, D 5/229). Bei diesen drei Schulbuchaufgaben wird das offene Antwortformat gegenüber dem Multiple-Choice-Antwortformat bevorzugt. Diese Aufgaben haben einen geringeren Schwierigkeitsgrad, da hier nur Argumente und Funktionswerte abgelesen werden müssen bzw. eine Geschichte über den Trainingslauf geschrieben werden soll, dessen Zeit- und Ortsverlauf als Funktionsgraph dargestellt ist. Bei der BIFIE-Aufgabe muss jedoch auch auf Aussagen eingegangen werden, die der

Funktionsgraph alleine nicht beantworten kann. Die Aussage bezieht sich auf die Veränderung des Wanderungssaldos, wenn die Zuwanderungs- und Abwanderungsfunktion parallel verlaufen.

Auch im Schulbuch *Mathematik verstehen* gibt es keine Aussagen, die mit einer graphischen Darstellung allein zu beantworten sind. Jedoch sind auch hier einige Aufgaben, bei denen man Informationen aus graphischen Abbildungen herauslesen muss (MV 5/7.22, MV 5/7.32 - 5/7.38). Es sind aber keine Falschaussagen zu erkennen, da kein Multiple-Choice-Antwortformat vorliegt. Anders wird es im Lehrbuch *Mathematik* gehandhabt. Bei der vergleichbaren Aufgaben sind jene Aufgaben zu kennzeichnen, die aus einer graphischen Darstellung abgelesen werden können (M 8/11.36).

Aufgabe AP 1_062 stellt den die Schüler_in wieder vor die Schwierigkeit richtige Aussagen zu erkennen. Hier sind die Parameter k und d einer linearen Funktion festgelegt und es sollen wahre Aussagen zu Schnittpunkten mit Koordinatenachsen, Nullstellen, direktes Verhältnis oder Geraden ausfindig gemacht werden. Aufgabe D 8/489 verlangt von den Schüler_innen ebenfalls Aussagen zu linearen Funktionen als wahr oder falsch zu markieren und ihre Entscheidung zu begründen. Es sind keine vergleichbaren Aussagen im Schulbuch *Mathematik verstehen* zu finden, deren Wahrheit geprüft werden muss. Im Lehrbuch *Mathematik* ist zumindest zu einer Antwortmöglichkeit der BIFIE-Aufgabe eine vergleichbare Aufgabe zu finden, deren Aussage als wahr oder falsch bewertet werden muss (M 5/439).

Die Schüler_innen müssen bei Aufgabe AP 1_019 richtige Aussagen zu den Eigenschaften von Polynomfunktionen erkennen. Im Schulbuch *Mathematik verstehen* gibt es jedoch nur eine Aufgabe, die verlangt, dass typische Funktionsgraphen von Polynomfunktionen vom Grad 2, 3 und 4 gezeichnet werden. Es sind keine Aufgaben im Schulbuch *Dimensionen* zu finden, die sich mit der Anzahl der Extremstellen und Wendestellen von Polynomfunktionen beschäftigt. Aufgabe D 8/507 bespricht nur die Anzahl der Nullstellen bei Polynomfunktionen. Im Lehrbuch *Mathematik* wird nicht nach der Anzahl der Extremstellen und Wendestellen gefragt, aber es ist zu beweisen, dass eine Polynomfunktion n -ten Grades höchstens $n-1$ lokale Extremstellen und höchstens $n-2$

Wendestellen hat (M 7/382, M 7/383).

Bei Aufgabe AP 1_083 müssen wahre Aussagen über die Anzahl von Nullstellen bei einer Polynomfunktion 3. Grades erkannt werden. Im Schulbuch *Mathematik verstehen* sind keine vergleichbaren Aufgaben zu finden. Aufgabe D 8/507 verlangt die Anzahl der Nullstellen bei einer Polynomfunktion vom Grad n anzugeben. Im Schulbuch *Mathematik* gibt es drei vergleichbare Aufgaben, die die Anzahl von Nullstellen mit dem Grad der Funktion in Zusammenhang bringen (M 7/84, M 7/86, M 7/87).

Es müssen aus mehreren Funktionsgleichungen jene bestimmt werden, die eine exponentielle Abnahme beschreiben. Keine vergleichbaren Aufgaben sind im Schulbuch *Mathematik verstehen* zu finden. Im Schulbuch *Dimensionen* gibt es eine Aufgabe (D 8/513), bei der danach gefragt wird, ob die Exponentialfunktion monoton steigend oder fallend ist. Somit ist diese der BIFIE-Aufgabe ähnlich.

Zu der Exponentialfunktion f mit $f(x) = e^x$ sind fünf Aussagen gegeben, wobei die richtigen Aussagen erkannt werden sollen. Man findet im Schulbuch *Mathematik verstehen* nur zu einer der fünf Aussagen eine passende Aufgabe, in der danach gefragt wird um das Wievielfache $f(x) = 3^x$ wächst, wenn x beispielsweise um 5 erhöht wird. Die anderen Aussagen handeln von der Steigung der Tangente und der Krümmung des Graphen.

Bei den Aufgaben AP 1_021 und Aufgabe AP 1_023 sind richtige Aussagen bezüglich der Eigenschaften einer Exponentialfunktion zu erkennen. Bei der Aufgabe AP 1_023 wird nur die Veränderung des Funktionswerts bei der Erhöhung des Arguments besprochen. Das Lehrbuch *Mathematik* enthält keine vergleichbaren Aufgaben. Im Schulbuch *Dimensionen* gibt es nur eine Aufgabe, bei der die Veränderung des Funktionswerts zu bestimmen ist, wenn das Argument um 1 erhöht wird. Diese Aufgabe deckt jedoch nur eine Aussage der BIFIE-Aufgabe AP 1_021 ab.

Die absolute und relative Zunahme bei exponentiellem Wachstum werden mit den Aussagen bei der Aufgabe AP 1_085 beschrieben. Einerseits gibt es Aussagen zu der Abhängigkeit der absoluten und relativen Zunahme und andererseits betrachtet man die

Zunahme in gleich großen Zeitintervallen.

Die Aufgaben MV 6/4.10 – 6/4.16, D 6/555 und D 6/556 fragen um das Wievielfache der Funktionswert erhöht wird und um wie viel Prozent sich der Funktionswert verändert, wenn das Argument um 1 erhöht wird. Jedoch wird hier nicht von der absoluten und relativen Zunahme gesprochen.

Aufgabe AP 1_110 und Aufgabe PK 7 erfordern die richtigen Aussagen zu einem gegebenen Boxplot zu erkennen. Das Schulbuch *Mathematik verstehen* bereitet die Schüler_innen mit den Aufgaben 6/12.27 und 8/13.04 auf das angemessene Interpretieren der graphischen Darstellungen im jeweiligen Kontext vor. Richtige Aussagen zu einem Boxplot zu treffen wird im Schulbuch *Dimensionen* in Aufgabe 8/579 und 8/572 geübt. Hier gibt es jedoch keine Aussagen, die als wahr oder falsch zu erkennen sind, vielmehr sind zu einem gegebenen Boxplot Aussagen zu formulieren.

Begründungen geben:

Begründung sind bei den Grundkompetenzaufgaben nicht gefordert.

Bestimme:

Ein Funktionsterm für einen beschriebenen linearen Zusammenhang soll bei der Aufgabe AP 1_101 bestimmt werden. Obwohl in allen Schulbüchern vergleichbare Aufgaben zu finden sind, gibt es keine Aufgabe, in der man erkennen muss, dass die Zunahme um 1 gleichbedeutend mit der Steigung der linearen Funktion ist.

Bei der Aufgabe AP 1_104 ist eine Exponentialgleichung zu lösen. In allen Schulbüchern sind vergleichbare Aufgaben zu finden (M 6/907 – 6/912, MV 6/1.166, D 6/618, D 6/619). Jedoch ist bei den Aufgaben im Schulbuch *Mathematik verstehen* und im Schulbuch *Dimensionen* keine Wurzel vorhanden. Auch bei Aufgabe AP 1_105 ist die rationale Zahl x zu bestimmen, die durch eine Exponentialgleichung gegeben ist. In den Schulbüchern *Mathematik verstehen* und *Dimensionen* gibt es jedoch keine Aufgaben, die Brüche

beinhalten, was in der BIFIE-Aufgabe jedoch der Fall ist.

Der Schnittpunkt des Graphen einer Exponentialfunktion mit der y-Achse ist bei Aufgabe 1_084 zu bestimmen. Keine analogen Aufgaben sind in den Lehrbüchern zu finden.

Bei Aufgabe 1_120 sind fünf Funktionsgleichungen gegeben, die exponentielle Zusammenhänge beschreiben. Es sind dabei jene Funktionsgleichungen zu bestimmen, die eine exponentielle Abnahme beschreiben. Im Schulbuch Mathematik verstehen wird in Aufgabe 6/4.107 danach gefragt, welche Bedingungen der Parameter a erfüllen muss, sodass bei $N(t) = N_0 \cdot a^t$ ein exponentieller Wachstums- bzw. Abnahmeprozess beschrieben wird. Somit ist in diesem Schulbuch eine ähnliche Aufgabe verfügbar.

Antwortformate

Auch der richtige Umgang mit den verschiedenen Antwortformaten will gelernt sein. Das offene Antwortformat und das Konstruktionsformat waren früher in den Schulbüchern weit verbreitet. Nun möchte ich herausfinden, ob die „neuen“ Antwortformate, wie Multiple-Choice-Antwortformate und Zuordnungsformate, ebenfalls in den Schulbüchern vertreten sind.

Zuordnungsformat:

Aufgrund einer gegebenen linearen Funktion und zwei unbekanntem Punkten soll erkannt werden, ob die Funktion monoton steigend, monoton fallend oder konstant sind und aufgrund dessen die Abhängigkeit der x-Koordinaten und der y-Koordinaten der Punkte festgestellt werden, wenn $y_A < y_B$. Eine ähnliche Zuordnungsaufgabe ist bei D 5/346 gefordert. Hier sind die Eigenschaften steigend, konstant und fallend gegeben und drei Aussagen bezüglich Argument und Funktionswert, wie z.B. „Je größer das Argument, umso kleiner der Funktionswert.“ Die Eigenschaften sollen den Aussagen zugeordnet werden.

Auch Aufgabe AP 1_103 beinhaltet das Zuordnungsformat. Es sind Bedingungen für die Parameter einer quadratischen Funktion gegeben und die zugehörigen Eigenschaften, die damit verbunden sind, sollen zugeordnet werden. Das Schulbuch Mathematik verstehen bietet keine Aufgabe, die vergleichbar ist. Es ist auch keine Aufgabe zu finden, die dieselbe Kompetenz abprüft, jedoch ein anderes Antwortformat bietet. Die Aufgaben D 5/438 und D 5/422 fragen nach ähnlichen Aussagen, die in der BIFIE-Aufgabe als richtig erkannt werden müssen.

Beim Boxplot ist mit Aufgabe AP 1_049 ein Zuordnen zu gegebenen Listen erforderlich. In den Schulbüchern wird zwar ein Boxplot aus gegebenen Daten erstellt, jedoch wird kein Zuordnen verlangt.

Anhand einer gegebenen linearen Funktion und zwei unbekanntenen Punkten soll erkannt werden, ob die Funktion monoton steigend, monoton fallend oder konstant ist. In weiterer Folge soll darauf aufbauend die Abhängigkeit der x-Koordinaten und der y-Koordinaten der Punkte festgestellt werden, wenn $y_A < y_B$. Eine ähnliche Zuordnungsaufgabe ist bei D 5/346 gefordert. Hier sind die Eigenschaften steigend, konstant und fallend gegeben sowie drei Aussagen bezüglich Argument und Funktionswert, wie z.B. „Je größer das Argument, umso kleiner der Funktionswert.“ angeführt. Die Eigenschaften sollen den Aussagen zugeordnet werden.

Multiple-Choice-Antwortformate:

Die Aufgaben mit den Multiple-Choice-Antwortformaten wurden schon unter der Kategorie *Richtige Aussagen erkennen* angeführt.

Grundkompetenzen

Ich möchte hier jene Grundkompetenzaufgaben auflisten, bei denen keine oder nur wenige vergleichbare Aufgaben zu finden sind.

Bei den Aufgaben AP 1_084 und AP 1_065 muss die Grundkompetenz FA 5.3 beherrscht werden. Zu diesen Aufgaben sind in keinem der Schulbücher vergleichbare Aufgaben zu finden.

Ebenso gibt es kaum vergleichbare Aufgaben zu der Grundkompetenz WS 3.1. Zu den BIFIE-Aufgaben AP 1_045 und AP 1_050 existieren kaum vergleichbare Aufgaben.

Themen

In den Grundkompetenzaufgaben des BIFIE sind anwendungsorientierte Aufgaben in den Bereichen Physik und Geographie zu finden. Da eventuell ein bestimmtes Themengebiet von Schüler_innen als gewisse Hürde wahrgenommen werden kann, obwohl keine Kenntnisse in diesem Bereich vorhanden sein müssen, um die Aufgabe zu lösen, möchte ich prüfen, ob diese Themen auch in den Schulbuchaufgaben zu finden sind.

Aufgabe AP 1_101 fordert einen Funktionsterm aufzustellen, der die Temperatur von °C in die Temperatur °F umrechnet. Auch im Schulbuch *Dimensionen* und im Schulbuch *Mathematik* sind Aufgaben zu finden, bei denen ein Funktionsterm anzugeben ist (D 5/331, D 5/341, D 5/342). Jedoch sind hier keine physikalischen Themen auszumachen. Im Schulbuch *Mathematik verstehen* sind physikalische Themen zu finden, bei denen ein Funktionsterm anzugeben ist (MV 5/8.63).

Wahre und falsche Aussagen zu einem Graphen eines senkrecht nach oben geworfenen Körpers muss man bei Aufgabe AP 1_022 erkennen. Man findet ähnliche Aufgaben in allen Schulbüchern, jedoch sind hier keine physikalischen Themen gewählt worden, sondern Themen aus dem Bereich Medizin, Sport und Alltagsthemen.

Bei Aufgabe KC 4 muss zu einem gegebenen Zusammenhang eine entsprechende Potenzfunktion angegeben werden, bei der eine indirekte Proportionalität vorliegt. Außerdem ist der Funktionsgraph zu zeichnen. Aufgabe MV 5/9.10 stellt eine vergleichbare Aufgabe dar. Jedoch ist die Aufgabe in kein physikalisches Themengebiet

eingebettet. Im Lehrbuch *Mathematik* sind auch einige Aufgaben, die in ein physikalisches Thema eingebettet sind, gegeben (M 5/474, M 5/476).

Bei Aufgabe PK 3 wird das Berechnen der Halbwertszeit zu einem Thema aus dem medizinischen Bereich verlangt. Im Schulbuch *Dimensionen* sind zu dieser Aufgabenstellung ausschließlich physikalische Themen zu finden. Physikalische Themengebiete bei Aufgaben sind auch hauptsächlich im Schulbuch *Mathematik* gegeben (M 6/927, M 6/935). Es gibt auch eine Aufgabe aus dem medizinischen Bereich, die jedoch nicht das Berechnen der Halbwertszeit verlangt (M 6/929).

Fachsprache

Gibt es zu einem mathematischen Begriff mehrere Synonyme und in den BIFIE-Aufgaben wird ein anderes verwendet als in den Schulbuchaufgaben, so kann das dazu führen, dass lediglich aufgrund der Unbekanntheit des Synonyms die Aufgabe von den Lernenden nicht gelöst werden kann. Aufgrund dessen werde ich die BIFIE-Aufgaben dahingehend analysieren, ob die Synonyme von mathematischen Begriffen ebenfalls angegeben sind bzw. ob die Schulbücher alle gängigen Synonyme beinhalten.

Ein Beispiel dafür ist der Begriff Boxplot bzw. Kastenschaubild. Je nach Schulbuch wird dieser Begriff unterschiedlich verwendet. Es ist positiv zu vermerken, dass bei BIFIE-Aufgaben Synonyme zumindest einmal erwähnt werden. Jedoch wird in Aufgabe AP 1_049 wiederum nur der Begriff Boxplot verwendet. In den Schulbüchern *Mathematik* und *Mathematik verstehen* wird bei Aufgaben ausschließlich der Begriff Kastenschaubild verwendet. Der Begriff Boxplot wird nur bei der Theorie einmal erwähnt. Dasselbe ist im Schulbuch *Dimensionen* vorzufinden.

Der Begriff Median findet in einigen Aufgaben des BIFIE Verwendung. Das Synonym Zentralwert wird jedoch nie verwendet. Hier könnte es zu Verwechslungen kommen, da im Schulbuch *Mathematik* z.B. in Aufgabe M 6/720 ausschließlich der Begriff Zentralwert verwendet wird. Im Schulbuch der 12. Schulstufe wird jedoch wieder nur der Begriff

Median benutzt.

Inhaltliche Unterschiede

Folgende Aufgaben zeigen, dass auch inhaltliche Unterschiede in den Schulbüchern auftreten können. Anschließend werden jene Aufgaben aufgezeigt, die Verschiedenheiten beinhalten.

Obwohl Histogramme und Säulendiagramme allgemein darin unterschieden werden, ob es zwischen den Klassen bzw. Säulen Abstände gibt, wird diese Darstellung beim Schulbuch *Dimensionen* nicht so gewählt. Bei der BIFIE-Aufgabe AP 1_024 ist in ein vorgegebenes Koordinatensystem ein Histogramm zu zeichnen. Da die erste Achse bereits skaliert ist, ist es nur möglich ein Histogramm ohne Abstände zwischen den einzelnen Klassen zu zeichnen. Beim Schulbuch *Dimensionen* der 10. Schulstufe wird eine Darstellungsform von Histogrammen gewählt, die einen Abstand zwischen den einzelnen Klassen lässt. Wurde im Unterricht eine andere Darstellungsform nicht besprochen, so kann es eventuell zu Unklarheiten kommen.

Sonderfälle

Bei den BIFIE-Aufgaben können auch Aufgabenstellungen, Darstellungsweisen oder Schreibweisen auftreten, die so in Schulbüchern nicht vorhanden sind. Diese Unterschiede möchte ich anschließend als Sonderfall bezeichnen. Diese Verschiedenheiten werden folgend aufgezeigt.

Bei Aufgabe AP 1_049 sind vier Boxplots und sechs Datenlisten gegeben. Jedem Boxplot sollen die richtigen Daten zugeordnet werden. Das Besondere an dieser Aufgabe ist, dass hier der kleinste Wert dem unteren Quartil und der größte Wert dem oberen Quartil entspricht. Bei einem weiteren Boxplot fällt der Median mit dem oberen Quartil und dem größten Wert zusammen. Beim vierten gegebenen Kastenschaubild haben der Median

und das obere Quartil den größten Wert.

Solche Sonderfälle von Kastenschaubildern sind im Schulbuch *Mathematik verstehen* und im Schulbuch *Dimensionen* nicht abgebildet.

Zusätzliche Informationen

Bei manchen Aufgaben war auffällig, dass zusätzliche Informationen zur Verfügung gestellt werden, welche zum Lösen der Aufgabe nicht notwendig sind. Natürlich könnte man fast jede Aufgabenstellung auf ein Minimum reduzieren. Trotzdem liste ich nun einige Aufgaben auf, bei denen es durch die zusätzlichen Informationen dazu kommen könnte, dass es eine Schwierigkeit darstellt, die Informationen, die tatsächlich zum Lösen der Aufgabe notwendig sind, herauszufiltern.

In Aufgabe KC 12 ist eine Tabelle gegeben, die den Bundesländern von Österreich die Zahl der Einbürgerungen pro Quartal zuordnet. Zum Lösen der Aufgabe sind jedoch nur die Daten für das Bundesland Kärnten notwendig.

5.1.2 Ergebnisse bei den Teil-2-Aufgaben

Wie schon bei der Analyse der Teil-1-Aufgaben wird bei den Teil-2-Aufgaben nach vergleichbaren Aufgaben in den Lehrbüchern gesucht. Wurden schon drei bis vier vergleichbare Aufgaben gefunden, so werden die weiteren nicht im Analyseraster aufgelistet. Die vorhandenen oder nicht vorhandenen Unterschiede zwischen den BIFIE-Aufgaben und den Schulbuchaufgaben lassen sich in die Kategorien *Aufgabenstellungen* und *Zusätzliche Informationen* einordnen.

Aufgabenstellungen

In dieser Kategorie wird untersucht, ob und wie die Schulbücher auf verschiedene Aufgabenstellungen, wie z.B. das Rechnen, Begründen oder das Ablesen aus graphischen Darstellungen vorbereiten.

Rechnen und Operieren:

Es stellt sich nun die Frage, ob die Schulbücher auch auf die Rechenaufgaben der Teil-2-Aufgaben gut vorbereiten. Zunächst werden die BIFIE-Aufgaben und die vergleichbaren Schulbuchaufgaben aufgelistet, bei denen die Aufgabenstellung ein Rechnen und Operieren fordert.

Bei der Aufgabe *Aufnahmetest* wird die Situation eines Aufnahmetest beschrieben, welche aus zehn Single-Choice-Fragen besteht, wobei es zu jeder Frage vier Antwortmöglichkeiten gibt.

Bei der zweiten Teilaufgabe ist die Wahrscheinlichkeit zu berechnen, dass der Kandidat weniger als acht Aufgaben bzw. zehn Aufgaben richtig beantwortet. Diese Aufgabe kann, muss aber nicht mit der Binomialverteilung gelöst werden.

Vergleichbare Aufgaben (M 7/1009 – 7/1024, M 8/1120, MV 7/9.87 – 9.113, D 7/755, D 7/760, D 7/761, D 8/583) sind in den Schulbüchern *Mathematik*, *Mathematik verstehen und Dimensionen Mathematik* oft zu finden, falls die Aufgabe mit Binomialverteilung gerechnet wird. Auch das Lösen ohne Binomialverteilung wird bei einigen vergleichbaren Schulbuchaufgaben geübt.

Bei der Aufgabe *Kugelstoßen* (AP 2_FT004) ist die Bahnkurve einer gestoßenen Kugel durch eine Funktion beschrieben. Um die Teilaufgabe a zu lösen, muss bei gegebenen Funktionswert das Argument x berechnet werden. Anschließend ist die erste Ableitung der Funktion zu bestimmen und damit soll die Steigung an der Stelle x berechnet werden. Zu der Steigung muss dann noch der zugehörige Neigungswinkel berechnet werden. Bei

Teilaufgabe b ist außerdem noch zu berechnen, welche Wurfweite erzielt wurde. Dies ist durch das Bestimmen der Nullstellen möglich.

Im Schulbuch *Mathematik verstehen* ist keine Aufgabe zu finden, in der all diese Berechnungen durchgeführt werden müssen. Jedoch findet man für jeden Rechenschritt eine zugehörige Aufgabe (MV 7/3.20, MV 7/3.45, MV 5/5.64). Ähnlich verhält es sich mit den Aufgaben im Lehrbuch *Dimensionen*. Mit den Aufgaben D 5/271, D 7/149 und D 5/733 bzw. M 7/197 und M 5/689 ist die Teilaufgabe des BIFIE abgedeckt.

Bei der Aufgabe *Gewinnfunktion* ist der Schnittpunkt der Funktionsgraphen der Erlösfunktion und der Kostenfunktion zu berechnen.

In den Schulbüchern sind Schnittpunkte zweier Funktionsgraphen immer dann zu bestimmen, wenn die Fläche zwischen zwei Funktionsgraphen mittels Integralrechnung bestimmt werden soll. Die Aufgaben M 8/263, MV 8/2.21 und D 8/76 üben somit diese Aufgabenstellung.

In der Teilaufgabe c ist der zu erwartende Gewinn zu bestimmen, wenn man 13 Mengeneinheiten herstellt und verkauft.

In keinem der drei Schulbücher ist eine Aufgabe zu finden, bei der die Kostenfunktion und die Erlösfunktion gegeben sind und der zu erwartende Gewinn daraus berechnet werden muss.

Die Aufgabe *Erlös und Gewinn* verlangt diejenige Stückzahl zu bestimmen, bei der ein maximaler Gewinn erreicht werden kann.

Ähnliche Aufgaben bieten die Schulbücher *Mathematik* und *Mathematik verstehen* (M 8/976, MV 8/4.18). Im Schulbuch *Dimensionen* sind jene Aufgaben aus dem wirtschaftlichen Bereich nicht zu finden.

Bei der Aufgabe *Haber'sche Regel* ist der Zusammenhang zwischen toxischer Wirkung W und der Wirkkonzentration c eines Giftstoffs mit $c \cdot t = W$ gegeben. Es ist jene Wirkkonzentration zu berechnen, die in einer Minute die gleiche toxische Wirkung erreicht,

wie eine bestimmte Menge erreicht, die 10 Minuten auf ein Lebewesen einwirken kann. Die Schulbücher stellen keine ähnlichen Aufgaben zur Verfügung.

Darstellungen erstellen:

Auch bei den Teil-2-Aufgaben ist das Konstruktionsformat zu finden. Folgend werden jene Aufgaben betrachtet, bei denen ein Erstellen einer Darstellung notwendig ist.

Bei der Teilaufgabe b der Aufgabe *Haber'sche Regel* (AP 2_008) ist der Graph der Funktion $c(t) = W \cdot t$ zu zeichnen, wobei W gegeben ist. Die Haber'sche Regel ist jedoch in der Form $c \cdot t = W$ gegeben und muss zuerst umgeformt werden um ein möglichst einfaches Erstellen des Funktionsgraphen zu gewährleisten.

Das Schulbuch *Mathematik verstehen* schafft es mit zwei Aufgaben diese Arbeitsanweisung abzudecken. Bei der Aufgabe MV 5/9.11 ist ein indirekt proportionaler Zusammenhang ebenfalls in der Form $f(x) \cdot x = k$ gegeben und bei Aufgabe MV 5/9.05 ist der Graph einer indirekten Proportionalitätsfunktion zu zeichnen. Bei der Aufgabe M 5/481 ist ebenfalls der Graph einer ähnlichen Funktion zu erstellen, jedoch ist kein Umformen nötig. Auch das Lehrbuch *Dimensionen* liefert Aufgaben (5/416), die im Vergleich zur BIFIE-Aufgabe von ähnlicher Art sind. Die Funktion muss zum Erstellen des zugehörigen Funktionsgraphen hier nicht umgeformt werden.

Bei der BIFIE-Aufgabe *Gewinnfunktion* (AP 2_009) und bei der Teil-2-Aufgabe *Erlös und Gewinn* ist der Graph der Gewinnfunktion bei gegebenen Graphen der Erlösfunktion und der Kostenfunktion einzuzeichnen.

In keinem der Schulbücher sind vergleichbare Aufgaben zu finden.

Die Aufgabe *Photovoltaikanlagen* erfordert das einzeichnen der Gesamtleistungsbilanz, wobei die Graphen für die benötigte Leistung und die erzeugte Leistung bereits eingezeichnet und eine Tabelle angegeben ist, die die Größe dieser Leistungen für alle zwei Stunden angibt. Die Gesamtleistungsbilanz kann aus der Differenz der erzeugten

Leistung und der benötigten Leistung berechnet werden, wobei diese Information angegeben ist.

Begründen:

Das Begründen ist bei einigen BIFIE-Aufgaben notwendig, um eine Aufgabe erfolgreich zu lösen. Da meiner Erfahrung nach das Begründen von Schüler_innen immer wieder als große Schwierigkeit beschrieben wird, möchte ich feststellen, welche BIFIE-Aufgaben veröffentlicht sind, die ein Begründen erfordern und ob es vergleichbare Aufgaben in Schulbüchern gibt. Zunächst möchte ich jene Teil-2-Aufgaben beschreiben, die ein Begründen fordern.

Im Inhaltsbereich „Funktionale Abhängigkeiten“ sind die folgende BIFIE-Aufgaben zu finden.

Bei der Aufgabe *Blutgefäß* ist zu begründen, warum es sich bei einer Formel nur um eine vereinfachte Beschreibung der Blutgeschwindigkeit handelt.

Es sind keine vergleichbaren Aufgaben in den Schulbüchern zu finden.

Bei der Aufgabe *Kugelstoßen* ist bei Teilaufgabe b zu begründen, welchen Einfluss die Fallbeschleunigung g auf die Wurfweite hat, wobei eine Gleichung gegeben ist, die diese Größen in einen Zusammenhang stellt. Wird die Variable y gleich Null gesetzt und die Gleichung umgeformt, so ist zu erkennen, dass es sich um eine indirekte Proportionalität handelt.

Im Lehrbuch *Mathematik verstehen* findet man die Aufgabe MV 5/9.11, bei der ein Umformen nötig ist, um den Funktionswert der indirekten Proportionalitätsfunktion auf einer Seite der Gleichung alleine stehen zu haben. Jedoch ist es hier nicht nötig einen Funktionswert in die Gleichung einzusetzen. Ebenso ist kein Begründen notwendig. Im Schulbuch *Mathematik* finden sich keine vergleichbaren Aufgaben.

In der Teilaufgabe a der Aufgabe AP 2_010 ist zu begründen, warum eine Exponentialfunktion für ein bestimmtes Modell, dessen Funktionsgraph dargestellt ist, für die darauffolgenden 25 Jahre nicht gilt. Es wird explizit erwähnt, dass die Begründung durch Berechnung erfolgen soll. Das bedeutet, dass der Funktionswert an der Stelle $t = 25$ zu berechnen und anschließend mit dem Funktionswert zu vergleichen ist, der durch das Ablesen aus dem Funktionsgraphen ermittelt werden kann.

Die Berechnung eines Funktionswertes einer Exponentialfunktion wird z.B. bei den Aufgaben M 6/926, MV 6/4.39 und D 6/562 geübt. Jedoch ist hier dieser Funktionswert nicht mit einem Funktionswert zu vergleichen, welcher mittels eines Funktionsgraphen bestimmt werden muss.

Bei der Aufgabe AP 2_008 sind zwei Funktionen gegeben, die die toxische Wirkung eines Giftes beschreiben. Eine Funktion berücksichtigt die sogenannte Schwellenkonzentration. Es soll nun begründet werden, woran man an den Funktionsgraphen der beiden Funktionen erkennen kann, um welche es sich handelt.

Die Schulbücher liefern keine vergleichbaren Aufgaben.

Bei der Aufgabe Höhe der Schneedecke ist gefragt, ob es sich bei der Darstellung um eine definierte Funktion handelt. Außerdem wird nach einer Begründung gefragt.

Die Schulbücher liefern Darstellungen, bei denen angegeben werden muss, ob es sich um eine Funktion handelt. (M 5/414, MV 5/9.52, D 7/160). Nach einer Begründung wird jedoch nur im Schulbuch *Mathematik* gefragt. Hier soll erklärt werden, wie der Graph aussehen muss, damit er eine Funktion darstellt.

Auch im Inhaltsbereich *Wahrscheinlichkeit* finden sich einige Aufgaben, bei denen ein Begründen notwendig ist, um sie zu lösen.

Bei der Aufgabe *Aufnahmetest* ist bei der Teilaufgabe a ist zu begründen, warum bei der beschriebenen Situation die Anzahl der richtigen Fragen binomialverteilt ist. Weiters wird

bei der BIFIE-Aufgabe verlangt Gründe anzugeben, warum in der Realität das Modell der Binomialverteilung hier nicht anwendbar ist.

Im Schulbuch *Mathematik verstehen* gibt es eine ähnliche Aufgabe (MV 7/9.185), bei der zu begründen ist, ob beim Ziehen ohne Zurücklegen die Binomialverteilung angebracht ist. In dem Schulbuch der 8. Klasse gibt es eine Multiple-Choice-Aufgabe (8/13.26), bei der zu beurteilen ist, ob die Binomialverteilung verwendet werden kann. Jedoch wird hier nicht nach einer Begründung gefragt. Warum in der Realität bei bestimmten Situationen die Binomialverteilung nicht verwendet werden kann, wird in keiner Aufgabe verlangt. Das Lehrbuch *Dimensionen* bietet mit der Aufgabe D 7/742 ebenfalls eine Aufgabe, bei der zu entscheiden ist, ob die Zufallsvariable X binomialverteilt ist. Außerdem soll eine Begründung genannt werden. Bei der Aufgabe M 7/1007 ist zu begründen, warum die Binomialverteilung als Modell unangemessen ist.

Ein Begründen der Antwort wird auch bei der Aufgabe *Mathematikschularbeiten* (2_005) gefordert. Es ist eine Tabelle gegeben, bei der die Anzahl der fehlenden Schüler_innen und die dazugehörigen relativen Häufigkeiten bei Mathematikschularbeiten festgehalten wird. Hier wird danach gefragt, ob man aus einem errechneten Durchschnittswert behaupten kann, dass bei jeder Mathematikschularbeit mindestens eine Schüler_in fehlt, wobei der Durchschnittswert 2,42 beträgt.

Im Schulbuch *Dimensionen* gibt es eine Aufgabe, welche das Beschreiben der Bedeutung des arithmetischen Mittels verlangt (D 8/570). In den anderen Schulbüchern wird bei keinen Aufgaben danach gefragt.

Bei der Aufgabe *Ärztliche Untersuchung an einer Schule* (AP 2_006) gibt es eine weitere Teilaufgabe, bei der man argumentieren muss.

Wie viele Schüler/innen musste die Schulärztin untersuchen, um mit absoluter Sicherheit mindestens eine Raucherin/einen Raucher aus den 5. Klassen zu finden, wenn sie weiß, dass es in den 5. Klassen mindestens eine/n davon gibt?

(Aufgabenpool, AP 2_006)

Bei der Teilaufgabe b wird der Erwartungswert berechnet und danach gefragt, ob der errechnete Kennwert aussagekräftig ist. Zusätzlich wird eine Begründung gefordert.

Es gibt keine analogen Aufgaben in den Schulbüchern *Mathematik verstehen* und *Dimensionen*.

Bei der Aufgabe *Zehnkampf* ist ebenfalls ein Begründen erforderlich.

Durch bessere Trainingsmethoden kann dieser Wahrscheinlichkeitswert erhöht werden, indem die Fehlerquote von 1 : 20 gesenkt wird, etwa auf 1 : n. Wenn unter n Sprüngen nur ein Fehlversuch dabei ist, ergibt sich eine Erfolgsquote von (n-1)/n. Begründen Sie damit, warum die oben genannte Wahrscheinlichkeit nie 1 sein kann!

(Aufgabenpool, AP 2_FT003)

Ablesen aus graphischen Darstellungen:

Im Angabetext von den BIFIE-Aufgaben gibt es oft graphische Darstellungen, aus denen Informationen abzulesen sind.

Es werden eine Stichprobe der Durchschnittsgeschwindigkeiten und der dazugehörige Boxplot bei der Aufgabe *Section Control* dargestellt. Die Aufgabe erfordert das Ablesen des Medians sowie des oberen und unteren Quartils aus dem Boxplot.

Das Schulbuch *Mathematik verstehen* fordert von den Schüler_innen nicht nur das Zeichnen eines Boxplots, sondern in Aufgabe 6/12.27 auch das Ablesen aus dem Boxplot. Jedoch wird hier nicht nach dem Median oder dem oberen oder unteren Quartil gefragt, sondern wie viel Prozent der Studierenden wie viele Semester bis zum Studienabschluss benötigen. Auch die Aufgabe 8/13.04 stellt Fragen bezüglich der Prozentanzahl.

Bei der Aufgabe *Ärztliche Untersuchung an einer Schule* (AP 2_006) sind sechs Kreisdiagramme und eine Tabelle gegeben. Um eine bestimmte Wahrscheinlichkeit mittels Binomialverteilung zu berechnen, ist es notwendig aus beiden Darstellungsformen Daten abzulesen. Im Schulbuch *Dimensionen* gibt es zwar ebenfalls ähnliche Berechnungen,

jedoch sind die dafür notwendigen Werte im Text angegeben.

Bei der Teilaufgabe a der Aufgabe *Glücksrad* sind die Wahrscheinlichkeiten zu ermitteln, indem man die Graphik einer Wahrscheinlichkeitsverteilung betrachtet. Es handelt sich um einen Graph einer abschnittsweise definierten Funktion.

Im Schulbuch *Mathematik verstehen* ist keine vergleichbare Graphik einer Wahrscheinlichkeitsverteilung zu finden. Hier werden Verteilungen meist durch Stabdiagramme dargestellt. Im Schulbuch *Dimensionen* ist bei Aufgabe 7/690 der Graph einer Verteilungsfunktion zu zeichnen. Außerdem gibt es eine Aufgabe (7/700), bei der Wahrscheinlichkeiten aus dem Graph einer Verteilungsfunktion abgelesen werden muss.

Bei der Aufgabe AP 2_008 ist aus einem Funktionsgraphen, der die Konzentration c in Abhängigkeit von der Einwirkzeit t bei der letalen Dosis darstellt, die letale Dosis bei einer Einwirkzeit von 20 Minuten abzulesen.

Bei der Aufgabe *Erlös und Gewinn* ist die Erlösfunktion anhand des Graphen anzugeben, das heißt, dass der Parameter k und der Parameter d abgelesen werden müssen.

In den Schulbüchern der 9. Schulstufe befinden sich ähnliche Aufgaben in jenem Teil, in dem die linearen Funktionen besprochen werden (M 5/455, MV 5/8.17 und D 5/350).

Der Differenzenquotient ist in gegebenem Intervall in der Aufgabe *Baumwachstum* (AP 2_010) zu ermitteln. Die Funktionswerte sind durch die Betrachtung des Funktionsgraphen zu bestimmen.

Es gibt in allen Schulbüchern vergleichbare Aufgaben (M 7/195, MV 7/2.04 D 7/144), wobei die Funktionswerte niemals aus einer graphischen Darstellung entnommen werden müssen.

Bei dieser Aufgabe ist bei einem Funktionsgraphen, welcher das Baumwachstum beschreibt, jener Zeitpunkt zu bestimmen, zu dem der Umfang des Baumes am

schnellsten zugenommen hat.

Die Aufgabe MV 7/2.39 fordert ähnliche Kompetenzen, um sie zu lösen. Es ist ein Zeit-Ort-Diagramm eines Zuges dargestellt und es wird danach gefragt, welche Aussagen man über die Geschwindigkeit des Zuges tätigen kann. Die Aufgabe MV 7/2.40 erfordert ebenfalls das Interpretieren der Steigung der Graphen an einer bestimmten Stelle. Die Aufgaben D 7/196 und D 7/197 erfordern ebenfalls das Interpretieren von Funktionsgraphen in einem bestimmten Kontext. Das Schulbuch *Mathematik* bietet eine Aufgabe (M 7/216), bei der mittels eines vorgegebenen Zeit-Geschwindigkeit-Diagramms eine Geschichte geschrieben werden soll. Auch diese Aufgabe kann das Deuten des Funktionsgraphen üben.

Funktionen oder Gleichungen erstellen:

Bei einigen BIFIE-Aufgaben ist es notwendig eine Formel, Funktion oder Gleichung zu erstellen, die den vorhandenen Sachverhalt wiedergibt.

Bei der Aufgabe *Erlös und Gewinn* ist die Gleichung der Gewinnfunktion zu erstellen, wobei die Erlösfunktion und die Kostenfunktion gegeben sind.

Das Lehrbuch *Mathematik* bietet eine Aufgabe, bei der bei gegebener Erlös- und Gewinnfunktion der größtmögliche Gewinn berechnet werden muss. Um dies zu bewerkstelligen, ist vorher die Gewinnfunktion zu bestimmen. Die anderen Schulbücher bieten keine vergleichbaren Aufgaben.

Bei der Aufgabe Treibstoffverbrauch (AP 2_015) ist eine Funktion anzugeben, die den Weg beschreibt, den ein Schiff mit einem bestimmten Treibstoffvorrat bei einer konstanten Geschwindigkeit zurücklegen kann.

Die Aufgabe *Baumwachstum* (AP 2_010) verlangt in der Teilaufgabe a eine Funktion für eine exponentielle Zunahme aus zwei Funktionswerten bzw. Argumenten zu berechnen.

In den Schulbüchern *Mathematik* und *Mathematik verstehen* gibt es Aufgaben, bei denen ebenfalls eine Exponentialfunktion zu einem gegebenen Sachverhalt erstellt werden soll (M 6/924, MV 6/4.38). Keine vergleichbaren Aufgaben liegen im Schulbuch *Dimensionen* vor.

In der Teilaufgabe d der Aufgabe *Baumwachstum* ist der Zusammenhang zwischen den Parametern a und b sowie den Parametern q und k der Funktionen $f(t) = a \cdot q^t$ und $g(t) = b \cdot e^{kt}$ mittels Gleichung zu beschreiben, wobei die Funktionen den gleichen Wachstumsprozess beschreiben sollen.

In den Schulbüchern findet man zwar Aufgaben, die von einer Variante zur anderen wechseln, jedoch wird niemals nach den Zusammenhängen der Parameter gefragt.

Richtige Aussagen erkennen:

Die Teilaufgabe a der Aufgabe *Section Control* fordert, dass die zutreffenden Antworten zum Thema Standardabweichung angekreuzt werden. Die Aussagen sind:

- Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung um den arithmetischen Mittelwert.
- Die Standardabweichung ist immer ca. ein Zehntel des arithmetischen Mittelwerts.
- Die Varianz ist die quadrierte Standardabweichung.
- Im Intervall $[x-s; x+s]$ der obigen Stichprobe liegen ca. 60% bis 80% der Werte.
- Die Standardabweichung ist der arithmetische Mittelwert der Abweichungen von x .

(Aufgabenpool, AP 2_003)

Zu der vierten Aussage gibt es im Schulbuch *Mathematik verstehen* eine vergleichbare Aufgabe (8/13.39a). Hier ist zu berechnen wie viel Prozent der Mitarbeit im Intervall $[x-s; x+s]$ liegen. Ansonsten sind keine vergleichbaren Aufgaben im Schulbuch *Mathematik verstehen* zu finden. Im Schulbuch *Dimensionen* gibt es keine entsprechenden Aufgaben. Bei der BIFIE-Aufgabe *Haber'sche Regel* sind Aussagen zum Funktionstypen gegeben, wobei richtige Aussagen erkannt werden müssen. Die Haber'sche Regel ist mit $c \cdot t =$

W gegeben und soll als Funktion c in Abhängigkeit von der Einwirkzeit t aufgefasst werden. Es wird danach gefragt, ob es sich um eine konstante Funktion, eine lineare Funktion, eine Potenzfunktion, eine Polynomfunktion oder um eine Exponentialfunktion handelt.

In keinem der Schulbücher sind vergleichbare Aufgaben zu finden.

Bei der Aufgabe *Gewinnfunktion* sind richtige Aussagen zur Veränderung des Gewinns bei der Veränderung der Fixkosten anzugeben.

Richtige Aussagen angeben:

Richtige Aussagen müssen vor allem beim Single-Choice- oder Multiple-Choice-Aufgabenformat erkannt werden. An dieser Stelle werden jene Aufgaben aufgelistet, die diese Arbeitsanweisung beinhalten und ähnliche Aufgaben, die in Schulbüchern vorkommen können, angegeben.

Das Multiple-Choice-Aufgabenformat findet bei der Aufgabe *Haber'sche Regel* ihre Anwendung. Es sind Aussagen bezüglich eines gegebenen Funktionsterms aufgelistet und die richtigen Aussagen sind zu kennzeichnen. Dabei soll festgestellt werden bei welchen Größen es sich um eine additive bzw. multiplikative Konstante handelt und in welcher Abhängigkeit die Größen zueinander stehen.

Die Schulbücher bieten keine vergleichbaren Aufgaben.

Interpretieren:

Bei der Aufgabe *Ärztliche Untersuchungen an einer Schule* ist die Berechnung des Erwartungswertes bei einer bestimmten Situation gegeben und es wird verlangt diesen Kennwert zu interpretieren. Das Interpretieren des Erwartungswertes wird bei keinen vergleichbaren Aufgaben in den untersuchten Schulbüchern geübt.

Bei der Aufgabe *Gewinnfunktion* und bei der Aufgabe *Erlös und Gewinn* ist der Schnittpunkt der Funktionsgraphen der Erlösfunktion und der Kostenfunktion zu interpretieren.

In den Schulbüchern *Mathematik* und *Mathematik verstehen* sind vergleichbare Aufgaben vorhanden, bei denen die Bedeutung dieses Schnittpunkts angegeben werden muss (M 8/971, MV 8/4.22).

Die Aufgabe *Photovoltaikanlagen* verlangt das Interpretieren der positiven und negativen Funktionswerte einer Funktion, welche die Gesamtleistungsbilanz in Abhängigkeit von der Zeit angibt.

Die Bedeutung der 1. Ableitungsfunktion soll bei der Aufgabe *Baumwachstum* (AP 2_010) beschrieben werden, wobei die Stammfunktion das Wachstum eines Baumes in Abhängigkeit von der Zeit beschreibt.

Im Schulbuch *Mathematik* gibt es einige Aufgaben, bei denen Begriffe wie „Mittlerer Zinssatz“, „Mittlere Zerfallsrate“, „Mittlere Dichte“ oder „Mittlere Winkelgeschwindigkeit“ definiert werden müssen (M 7/207 - 7/210). Diese Aufgaben könnten dazu beitragen die Bedeutung der 1. Ableitungsfunktion in einem gegebenen Kontext zu interpretieren.

Die Aufgabe D 7/170 ist der BIFIE-Aufgabe noch etwas ähnlicher. Hier wird die Bedeutung von Funktionen in Worten definiert und daraufhin ist wieder in Worten zu beschreiben welche Bedeutung der Differentialquotient im jeweiligen Kontext hat. Auch das Schulbuch *Mathematik verstehen* bietet ähnliche Aufgaben an. Hier ist bei Aufgabe 7/2.14 eine Tabelle zu vervollständigen, die in Worten die Bedeutung des Arguments, des Funktionswertes, des Differenzenquotients und des Differentialquotients beschreibt. Es sind jeweils zwei Begriffe definiert und die anderen zwei Begriffe sind zu ergänzen.

Die Teilaufgabe c der BIFIE-Aufgabe *Haber'sche Regel* verlangt das Ablesen der letalen Dosis eines Giftes bei einer bestimmten Einwirkzeit aus einem angegeben Graphen. Anschließend soll das Ergebnis im Vergleich zu gegebenen Werten interpretiert werden. Hier sollte erkannt werden, dass bei der Verdoppelung der Einwirkzeit die letale Dosis

nicht halbiert wird, da eine Schwellenkonzentration vorliegt.

Die Schulbücher bieten keine Aufgaben, die von vergleichbarer Art sind.

Antwortformate

Lückentext:

Beim Antwortformat Lückentext sind zwei Lücken so zu ergänzen, dass eine richtige Aussage entsteht. Folgend werden die vergleichbaren Schulbuchaufgaben zu jenen BIFIE-Aufgaben angegeben, die das Erstellen von richtigen Aussagen verlangen.

Ein Lückentext ist bei der Aufgabe AP 2_008 zu ergänzen. Hier ist der Zusammenhang der Größen c und t anzugeben, die in der Haber'schen Regel $c \cdot t = W$ enthalten sind. Zur Auswahl stehen „direkt proportional“, „indirekt proportional“ oder „weder direkt noch indirekt proportional“. Bei der zweiten Lücke ist zu beschreiben, was eine n -fache Erhöhung der Einwirkzeit t bei der Konzentration bewirkt.

Das Lehrbuch *Mathematik verstehen* ist das einzige Schulbuch, das eine vergleichbare Aufgabe zur Verfügung stellt (MV 5/9.07). Hier sind verschiedene Zusammenhänge zweier positiver Größen und einer Konstanten gegeben und es sollen Aussagen bezüglich der Vervielfachung den passenden Zusammenhängen zugeordnet werden.

Wortanzahl

Die größte Wortanzahl liefert die Aufgabe *Haber'sche Regel* mit insgesamt 560 Wörtern, wobei 163 Wörter dem allgemeinen Angabetext angehören und die restlichen Wörter auf die vier Teilaufgaben aufgeteilt sind.

Im Durchschnitt beträgt die Wortanzahl einer Teil-2-Aufgabe 267 Wörter. Die durchschnittliche Wortanzahl des Angabetextes der betrachteten Aufgaben liegt bei 83

Wörtern. Keine Schulbuchaufgaben umfassen diese Wortanzahl. Hier könnte nicht nur das Lösen der Aufgabe eine Herausforderung darstellen, sondern auch das Beibehalten des Überblicks und das Herausfiltern der wesentlichen Informationen aus dem Angabetext könnten eine Hürde darstellen.

Zusätzliche Informationen

Bei der Aufgabe *Mathematikschularbeiten* (AP 2_005) ist bei der Teilaufgabe b einen Term anzugeben, welcher die Wahrscheinlichkeit darstellt, dass eine Mathematikschularbeit aufgrund fehlender Schüler_innen nachgeholt werden muss. In einer Tabelle sind jedoch die Wahrscheinlichkeiten gegeben, dass null bis sieben Schüler_innen fehlen, d.h. es muss die passende Wahrscheinlichkeit in die Binomialverteilung eingesetzt werden.

Mittels Binomialverteilung ist bei der Aufgabe *Ärztliche Untersuchung an einer Schule* die Wahrscheinlichkeit zu berechnen, dass es in der fünften Klasse höchstens zwei Raucherinnen gibt. In der angegebenen Tabelle sind jedoch alle Raucher_innen der fünften, sechsten, siebenten und achten Klassen angegeben. Zusätzlich gibt es noch sechs Kreisdiagramme, die über die Körpergröße, das Gewicht und das Rauchverhalten der Mädchen und Buben Aufschluss geben. Bevor die Aufgabe gelöst werden kann, muss zuerst die dazu nötige Information richtig abgelesen werden. Bei der Teilaufgabe b ist eine Berechnung des Erwartungswerts mit konkreten Zahlen gegeben und daraus soll dieser Kennwert interpretiert werden. Damit diese Aufgabe gelöst werden kann, muss jedoch zuerst aus den sechs Kreisdiagrammen und der Tabelle mit vier Zeilen und neun Spalten herausgelesen werden, um welche konkreten Zahlen es sich handelt.

Keine Schulbuchaufgabe liefert im Angabetext so viel zusätzliche Information.

6 Zusammenfassung der Ergebnisse

6.1 Ergebnisse der Analyse mittels Analyseraster

Ergebnisse mittels Analyseraster

Die 48 Teil-1-Aufgaben des Inhaltsbereichs *Funktionale Abhängigkeiten* und *Wahrscheinlichkeit und Statistik* werden in den Kategorien *Arbeitsanweisungen*, *Antwortformate*, *Themen*, *Fachsprache*, *Inhaltliche Unterschiede*, *Zusätzliche Informationen* und *Sonderfälle* analysiert und den Schulbuchaufgaben gegenübergestellt. Die Unterschiede der Schulbuchaufgaben und der Teil-2- Aufgaben des Bildungsinstituts für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (BIFIE), bei denen zumindest eine Grundkompetenz aus dem Inhaltsbereich *Funktionale Abhängigkeiten* und *Wahrscheinlichkeit und Statistik* stammt, werden ebenfalls in die oben genannten Kategorien eingeordnet.

Bei der Analyse der Grundkompetenzaufgaben zeigt sich, dass es zu den Aufgaben mit den Grundkompetenzen FA 5.3 und WS 3.1 kaum ähnliche Aufgaben in den Schulbüchern gibt.

Bei den Grundkompetenzaufgaben und den Teil-2-Aufgaben, die vom BIFIE entwickelt wurden, treten eine Vielzahl von verschiedenen Arbeitsanweisungen auf, die im Kapitel 4.5.3 aufgelistet werden. Es zeigt sich, dass Grundkompetenzaufgaben, die das Berechnen erfordern, ausreichend in Schulbüchern vorhanden sind. Bei den Teil-2-Aufgaben des BIFIE gibt es jedoch noch einige Aufgabenstellungen, die nicht in Schulbüchern vertreten sind. Einerseits ist auffällig, dass bei den BIFIE-Aufgaben meist bei einer Arbeitsanweisung mehrere Rechenschnitte notwendig sind, die in dieser Kombination nicht in Schulbüchern auftreten. Andererseits ist zu betonen, dass vor allem vergleichbare Aufgaben aus dem Bereich der Finanzmathematik in den Schulbüchern

wenig vertreten sind. Das Schulbuch *Dimensionen* weist hier die größten Lücken auf.

Das Erstellen von graphischen Darstellungen ist eine häufige Arbeitsanweisung bei den BIFIE-Aufgaben. In den ausgewählten Schulbüchern können ähnlichen Aufgaben gefunden werden. Auch bei dieser Arbeitsanweisung wird mit den Aufgaben in den Schulbüchern im Bereich der Finanzmathematik weniger gute Vorbereitung geleistet, so ist z.B. in keinem der Schulbücher der Graph der Gewinnfunktion zu zeichnen, wenn die Erlös- und die Kostenfunktion gegeben sind.

Das Begründen ist bei den Grundkompetenzaufgaben so gut wie nie notwendig. Jedoch wird in den Teil-2-Aufgaben häufig nach einer Begründung gefragt. Das Argumentieren kann in Worten, durch Aufzeigen eines Gegenbeispiels oder durch eine Berechnung erfolgen. Die Schulbücher *Mathematik*, *Mathematik verstehen* und *Dimensionen* bereiten nur bei vereinzelt Aufgaben auf das Begründen vor.

Besonders beliebt bei BIFIE-Aufgaben ist das Ablesen von Informationen aus graphischen Darstellung, wie z.B. aus einem Funktionsgraphen oder einem Boxplot. Alle vorkommenden graphischen Darstellungen werden im Kapitel 4.5.3 genannt. Es sind vergleichbare Schulbuchaufgaben sowohl bei den Grundkompetenzaufgaben und auch bei den Teil-2-Aufgaben zu finden. Eine Ausnahme stellt das Zuordnen einer gegebenen Binomialverteilung zu gegebenen Säulendiagrammen dar. Die Schulbücher *Mathematik* und *Mathematik verstehen* bieten hier keine vergleichbaren Aufgaben.

Da drei verschiedene Multiple-Choice-Antwortformate bei der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung in Mathematik auftreten können, sind die Schüler_innen immer wieder vor die Herausforderung gestellt richtige und falsche Aussagen zu unterscheiden. In den Schulbüchern sind meistens vergleichbare Aufgaben zu finden. Ähnliche Arbeitsanweisungen sind bezüglich Aussagen zu Exponentialfunktionen in Schulbüchern kaum zu entdecken. Hier besteht noch Aufholbedarf.

Zu den Antwortformaten ist zu sagen, dass das offene Antwortformat in Schulbüchern noch immer am häufigsten vertreten ist. Jedoch gibt es in allen Schulbüchern am Ende

eines Kapitels einen sogenannten Kompetenzcheck, bei dem die verschiedenen Aufgabenformate ihre Anwendung finden. Diese Aufgaben können gut dazu genutzt werden Lösungsstrategien, wie sie im Kapitel 3.3.2 beschrieben werden, für die jeweiligen Aufgabenformate zu besprechen. Meiner Meinung nach ist aufgrund der wenigen Aufgaben mit Multiple-Choice-Antwortformaten in Schulbüchern von den Lehrenden darauf zu achten, möglichst viele verschiedene Aussagen zu einem gegebenen Zusammenhang zu tätigen. Außerdem sind Aufgaben, welche das Formulieren von richtigen Aussagen verlangen, leicht zu erweitern, indem man die Schüler_innen mit zusätzliche Aussagen konfrontiert, die als wahr oder falsch zu bewerten sind.

Die Fachsprache ist eine weitere Kategorie in der die Unterschiede zwischen BIFIE-Aufgaben und Schulbuchaufgaben betrachtet werden. Zusammenfassend kann man sagen, dass im Theorieteil der Schulbücher die Synonyme der meisten Fachbegriffe angegeben sind, jedoch legen sich die Autoren in den darauf folgenden Aufgaben auf einen Begriff fest. Nicht bei allen BIFIE-Aufgaben sind alle Synonyme des Fachbegriffs angegeben. Hier ist es wichtig darauf zu achten, dass im Unterricht sinnverwandte Worte mehrmalige Verwendung finden, um sie in den Köpfen der Schüler_innen zu verankern. Meiner Meinung nach wäre es wichtig, dass das BIFIE eine Liste mit allen mathematischen Begriffen zusammenstellt, die in den BIFIE-Aufgaben benutzt werden, um den Lehrer_innen einen Überblick über eine Vielzahl von Fachbegriffen zu ermöglichen. Eine bessere Lösung wäre die Angabe aller Synonyme, damit keine Komplikationen aufgrund der Unbekanntheit des Synonyms auftreten können.

Einige Grundkompetenzaufgaben des BIFIE werden in einen bestimmten Themenbereich eingebettet, wie z.B. Physik, Geographie, Medizin oder Sport. Bei den Teil-1-Aufgaben sind vor allem anwendungsorientierte Aufgaben in den Bereichen Physik und Geographie zu finden. Eine weitere Aufgabe kann dem Thema Medizin zugeordnet werden. Anhand der analysierten Aufgaben und der vergleichbaren Schulbuchaufgaben zeigt sich, dass vor allem Aufgaben zu physikalischen Themengebieten in den Schulbüchern weniger oft zu finden sind als es bei anderen Themengebieten der Fall ist.

Vor allem bei Teil-2-Aufgaben werden Informationen angegeben, die zum Lösen der

Aufgabe nicht benötigt werden. In den Schulbüchern werden die Aufgaben zwar auch nicht auf das Nötigste reduziert, jedoch sind hier nicht so viele zusätzliche Informationen angegeben, wie es bei den Teil-2-Aufgaben des BIFIE üblich ist, da hier für jede Aufgabe ein eigener Kontext gegeben ist. Die durchschnittliche Wortanzahl der analysierten Teil-2-Aufgaben beträgt 230, wobei durchschnittlich 80 Wörter bei dem allgemeinen Angabetext verwendet werden. Es ist somit nicht möglich, dass das Herausfiltern der wesentlichen Information durch Schulbuchaufgaben auf die Art geübt wird, wie es bei BIFIE-Aufgaben notwendig ist. Fraglich ist weiterhin inwieweit die Lesekompetenz hier eine tragende Rolle spielt. Die Analyse mittels Analyseraster kann diese Frage nicht beantworten.

7 Anhang: Analyseraster der Teil-1-Aufgaben und Teil-2-Aufgaben

7.1 Analyseraster der Teil-1-Aufgaben

In den folgenden Analyserastern werden die Teil-1-Aufgaben des BIFIE den verschiedenen Kategorien zugeordnet und vergleichbare Schulbuchaufgaben angegeben. Es wurden jene Grundkompetenzaufgaben analysiert, die den Inhaltsbereichen *Funktionale Abhängigkeiten* oder *Wahrscheinlichkeit und Statistik* zuordenbar sind.

7.1.1 Grundkompetenz: Funktionsbegriff, reelle Funktionen, Darstellungsformen und Eigenschaften

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
AP 1_080	FA 1.1					X				-	GR	KR	-	5/414	5/7.15 8/11.02	5/311 5/F2 8/490
KC 7	FA 1.1				X						GR	KR		5/414	5/7.15 8/11.02	5/311 5/F2 8/490
AP 1_081	FA 1.4		X							-	GR	EM	-	5/370 5/440	5/9.89	5/232b
AP 1_011	FA 1.4		X							-	GR	GE	-	-	-	-
AP 1_022	FA 1.4					X				-	GR	KR	T: PH	5/379	5/7.32 - 5.7/38	5/255

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
AP 1_097	FA 1.4	X								-	GR	BS	-	5/7.07	5/9.89	5/314
AP 1_098	FA 1.4	X								-	GR	BS	-	5/707	5/9.89	5/314
AP 1_099	FA 1.4		X							-	GR	GE	T: ALL	5/370 5/375 5/376 5/378 5/379	5/7.22 5/7.32 - 5.7/38	5/227 5/228 5/229
AP 1_012	FA 1.5				X						GR	KR		-	6/3.02 6/3.15 6/3.46 8/11.07	6/716 6/717
AP 1_100	FA 1.5						X			-	-	EG	-	5/417	6/3.03	5/346
AP 1_048	FA 1.5				X					-	GR	KR	-	6/328 6/445	6/3.02 6/3.15 6/3.46 8/11.07	6/716 6/717
AP 1_082	FA 1.6			X						-	GR	KR	-	8/257 - 8/260	8/11.10	6/125 6/126
AP 1_017	FA 1.7				X						HI	KR	T: GEO	8/1136	5/7.22 5/7.32 - 5.7/38	5/221 5/227 5/229
AP_1.061	FA 1.7							X		-	GR	OR	-	-	5/7.26 5/7.27 5/7.28 5/7.29	-

7.1.2 Grundkompetenz: Lineare Funktionale

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
AP 1_101	FA 2.1		X							-	-	BS	T: PH	5/447 5/449	5/8.60 - 5/8.64 8/11.15	5/331 5/341 5/342
KC 6	FA 2.1								X	-	-	Z	-	5/432 5/433 5/438	5/8.90	8/486
AP 1_062	FA 2.3				X					-	-	KR	-	5/439	-	8/489
AP 1_018	FA 2.4				X					-	-	KR	-	5/440	-	5/356 5/378
AP 1_063	FA 2.4				X					-	GR	KR	T: PH	-	5/8.45 5/8.46	-

7.1.3 Grundkompetenz: Potenzfunktion

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
PK 6	FA 3.1					X				-	GR	KR	-	6/328 6/445	6/3.37	6/127
AP 1_064	FA 3.1								X	-	GR	OR	-	6/328 6/445	-	5/431 5/438 5/439 5/445 6/119 6/127
KC 4	FA 3.1		X							-	-	GE Z	T: PH	5/473 5/474 5/476	5/9.10	5/414 5/423
KC 9	FA 3.2		X							-	GR	EM	-	-	-	5/F10
AP 1_102	FA 3.4				X					-	-	KR	-	-	5/9.92	5/420

7.1.4 Grundkompetenz: Polynomfunktion

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
AP 1_040	FA 4.1					X				-	GR	KR	-	6/328 8/1080	8/11.28 8/11.29	6/127
AP 1_103	FA 4.1								X	-	-	OR	-	-	-	5/438 5/442
PK 6	FA 4.1					X				-	GR	KR	-	6/328 8/1080	6/3.37 8/11.28 8/11.29	6/122
KC 10	FA 4.1								X	-	GR	OR	-	6/328 8/1080	8/11.28 8/11.29	6/127
AP 1_019	FA 4.4					X				-	-	KR	-	7/382 7/383	6/3.37	8/507
AP 1_039	FA 4.4	X								-	-	VE	-	7/84 7/86 7/87	-	-
AP 1_083	FA 4.4				X					-	-	KR	-	7/84 7/86 7/87	-	8/507

7.1.5 Grundkompetenz: Exponentialfunktion

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
AP 1_104	FA 5.2		X							-	-	BS	-	6/907 - 6/912	6/1.166	6/618 6/619
AP 1_105	FA 5.2		X							-	-	BS	-	6/907 - 6/912	6/1.166	6/618 6/619
AP 1_084	FA 5.3	X								-	-	BS	-	-	-	-
AP 1_065	FA 5.3		X							-	GR	EM	-	-	-	-
AP 1_106	FA 5.3				X					-	GR	KR	-	6/843 6/947	-	-
AP 1_020	FA 5.3				X					-	-	KR	-	8/1084	6/4.107	8/513
AP 1_021	FA 5.4					X				-	-	KR	-	-	6/4.10 6/4.11	6/555
AP 1_023	FA 5.4				X				EG 1	-	-	KR	-	-	6/4.10 6/4.11	6/555
PK 3	FA 5.5	X								-	-	BR	T: MED	6/931 6/935	6/4.53 6/4.58	6/580
AP 1_085	FA 5.6					X				-	-	KR	-	-	6/4.10 - 6/4.16	6/555 6/556

7.1.6 Grundkompetenz: Sinusfunktion, Cosinusfunktion

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
AP 1_086	FA 6.2								X	-	GR	EG	-	6/970	6/5.29	6/750 6/745 8/516
AP 1_066	FA 6.3							X		-	-	OR	-	6/965	6/5.26 - 6/5.29	6/745 8/516
AP 1_109	FA 6.3								X	-	GR	Z	-	6/966	-	6/750 6/745 8/516
AP 1_107	FA 6.3								X	-	GR	Z	-	6/965	6/5.26	6/750 6/745 8/516
AP 1_108	FA 6.3								X	-	GR	Z	-	6/1035	6/5.27	6/750 6/745 8/516
AP 1_042	FA 6.6			X						-	GR	KR	-	7/217	-	7/337
AP 1_041	FA 6.6			X						-	GR	KR	-	7/217	-	7/337

7.1.7 Grundkompetenz: Beschreibende Statistik

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
AP 1_112	WS 1.1	X								-	BA	BR	-	6/720	6/12.16 6/12.17 8/13.02 8/13.06	6/430 6/432
AP 1_110	WS 1.1					X				-	BO	KR	-	-	6/12.27 8/13.04	8/572 8/570
AP 1_067	WS 1.1	X								EG 1	GR KR	BR	-	8/1109	-	-
PK 7	WS 1.1				X					-	BO	KR	-	-	6/12.27 8/13.04	8/570 8/572
AP 1_024	WS 1.2								X	-	TAB	Z	-	6/722	6/12.01 6/12.06 8/12.07	6/426
AP 1_049	WS 1.2							X		-	BO	OR	-	6/721 6/722	6/12.28	6/441 6/446
AP 1_068	WS 1.2			X						-	SÄ BO	KR	-	6/721 6/722	6/12.28	6/441 6/446
KC 11	WS 1.2								X	-	KR	(Z)	T: ALL	8/1112	8/13.05	-
KC 13	WS 1.2	X								-	-	(Z)	-	6/721 6/722	6/12.28	6/441 6/446
AP 1_025	WS 1.3								X	-	-	Z	-	6/721 6/722	6/12.26	6/441 6/446

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
AP 1_079	WS 1.3	X								-	-	BR	-	6/720 8/1116	6/12.16 6/12.17 6/12.18	6/430 6/432 6/435
PK 10	WS 1.3				X					-	-	KR (BR)	-	6/720 6/721	6/12.16 - 6/12.19 6/12.24	8/567 8/568 8/572
KC 12	WS 1.3				X					-	-	KR (BR)	ÜI	6/720 6/727	6/12.16 - 6/12.19	6/430 6/432

7.1.8 Grundkompetenz: Wahrscheinlichkeitsrechnung

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
AP 1_111	WS 2.2						X			-	-	EG	-	6/742	6/13.05	6/455
AP 1_051	WS 2.3							X		EG 1	BAU	OR	-	6/769 6/775 6/777	8/13.14	6/531 6/532 6/533 8/581
AP 1_014	WS 2.3		X							EG 1	BAU	BR	-	6/769 6/775 6/777	8/13.14	6/531 6/532 6/533 8/581

7.1.9 Grundkompetenz: Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
AP 1_043	WS 3.1		X							-	-	EG (BR) EM (BR)	-	7/997	7/9.32	7/711
AP 1_050	WS 3.1				X					EG 1	-	KR	-	-	-	7/751 7/753
AP 1_045	WS 3.1				X					-	ST	KR	-	-	-	-
AP 1_046	WS 3.2			X						EG 1	SÄ	KR	-	-	-	7/749
AP 1_044	WS 3.2			X						EG 1	-	KR	-	7/1010 8/1120	7/9.100 - 7/9.108	7/755 7/760 7/761
AP 1_047	WS 3.3					X				EG 1	-	-	-	7/1007 7/1008	7/9.170 8/13.26	7/742
AP 1_026	WS 3.3					X				-	-	M	-	7/1007 7/1008	7/9.170 8/13.26	7/742

7.1.10 Grundkompetenz: Schließende/Beurteilende Statistik

Aufgabe	Grundkompetenz	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
		OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
AP 1_015	WS 4.1	X								EG 1	-	(BR)	-	-	8/13.36	8/408

7.2 Teil-2-Aufgaben

In den folgenden Analyserastern werden einige Teil-2-Aufgaben des BIFIE den verschiedenen Kategorien zugeordnet und vergleichbare Schulbuchaufgaben angegeben. Es wurden jene Teil-2-Aufgaben ausgewählt, in denen mindestens eine Grundkompetenz aus dem Inhaltsbereich *Funktionale Abhängigkeiten* oder aus dem Inhaltsbereich *Wahrscheinlichkeit und Statistik* stammt.

Aufgabennummer	Aufgabe	Grundkompetenzen	Thema	Anzahl der Wörter
AP 2_FT001	Höhe er Schneedecke	AN 1.1, AN 1.3, FA 1.1, FA 2.2, FA 3.1	GEO	300

Allgemeine Angabe	Kontext	Graph	Zusätzliche Informationen	Anzahl der Wörter
X	-	-	Abnahme der Schneedecke	90

Teil-aufgaben	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
	OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
a	X								-	-	GE	-	8/1170	5/8.44	-
									-	-	BG	-	5/422 5/423	5/8.11	-
b	X								-	-	BR	-	6/322 6/324	6/3.21	6/137 - 6/143
									-	-	BG	-	-	-	-
c	X								-	-	BR	-	7/347 7/348	7/2.26 7/2.27	7/140 7/141 7/144 - 7/146
									-	-	DE	-	7/345	-	-
d	X								-	GR	BG	-	5/414	5/7.15 8/11.02	5/311 5/F2 8/490
									-		BS	-	5/455 5/456	5/8.17	5/350 5/367

Aufgabennummer	Aufgabe	Grundkompetenzen	Thema	Anzahl der Wörter
AP 2_FT002	Blutgefäß	AG 2.1, AN 1.3, AN 2.1, FA 1.7	M	259

Allgemeine Angabe	Kontext	Graph	Zusätzliche Informationen	Anzahl der Wörter
X	-	-	Geschwindigkeit des Blutes	96

Teil-aufgaben	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
	OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
a	X								-	-	GE	-	7/534	7/3.114	7/375
									-	-	BG	-	-	-	-
b	X								EG 1	-	BR	-		5/7.67	5/443
c	X								-	-	FO	-	8/1174		5/232
									-	-	EL	-	-	-	-
d	X								-	-	GE (BR)	-	8/202	5/7.15	7/154 7/156
									-	-	GE (I)	-	5/414	5/9.52	7/160

Aufgabennummer	Aufgabe	Grundkompetenzen	Thema	Anzahl der Wörter
AP 2_FT004	Kugelstoßen	AN 1.3, AN 3.3, FA 1.2, FA 1.5	SP, PH	224

Allgemeine Angabe	Kontext	Graph	Zusätzliche Informationen	Anzahl der Wörter
X	-	GR	Beschreibung der Flubahn	73

Teil- aufgaben	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgaben- stellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
	OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
a	X								-	-	GE BG	-	7/197 5/689	7/3.20 7/3.45 5/5.64	5/271 7/149 5/733
b	X								-	-	(BR)	-	-	7/3.45	7/149
									-	-	BG	-	-	5/9.11	5/423 5/426
c	X								-	-	BR EL	-	7/197 5/689	7/3.45 5/5.64	7/149 5/733

Aufgabennummer	Aufgabe	Grundkompetenzen	Thema	Anzahl der Wörter
AP 2_088	Haber'sche Regel	AG 1.2, FA 1.2, FA 1.4, FA 1.7, FA 3.3	M	560

Allgemeine Angabe	Kontext	Graph	Zusätzliche Informationen	Anzahl der Wörter
X	EG 3	-	Bedeutung der Haber'schen Regel	163

Teil- aufgaben	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgaben- stellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
	OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
a					X				-	-	KR	ÜI - M	-	-	-
											GE	-	-	-	-
b						X		X	-	-	ST	-	5/481	5/9.05 5/9.11	5/416
											EG, KR	-	-	5/9.07	-
c	X								EG 3	GR	I	-	-	-	-
d					X				-	-	KR	-	-	-	-
											BG	-	-	-	-

Aufgabennummer	Aufgabe	Grundkompetenzen	Thema	Anzahl der Wörter
AP 2_009	Gewinnfunktion	AG 2.3, FA 1.4, FA 1.6, FA 1.7, FA 2.3	KP	245

Allgemeine Angabe	Kontext	Graph	Zusätzliche Informationen	Anzahl der Wörter
X	EG 35 EG 36	-	-	61

Teil- aufgaben	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgaben- stellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
	OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
a	X								EG 37	-	BR	-	8/263	8/2.21	8/76
									EG 37	-	BSCH	-	-	8/4.22	-
b								X	EG 37	GR	Z	-	-	8/4.41	-
									EG 37	GR	MA (Z)	-	-	8/4.21	-
c	X				X				EG 37	-	BR	-	-	-	-
									EG 37	-	KR	-	-	-	-

Aufgabennummer	Aufgabe	Grundkompetenzen	Thema	Anzahl der Wörter
AP 2_010	Baumwachstum	AN 1.2, AN 1.3, FA 1.5, FA 5.1, FA 5.3	BIO	289

Allgemeine Angabe	Kontext	Graph	Zusätzliche Informationen	Anzahl der Wörter
X	-	GR	Bedeutung der Jahresringe bei einem gefällten Baum	71

Teil-aufgaben	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgabenstellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
	OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
a	X								-	-	EM	-	6/924	6/4.38	-
											BG (R)	-	6/924	6/4.38	6/562
b	X								-	-	BR, GE	-	7/195	7/2.04	7/144
											EL	-	7/207 - 7/210	7/2.14	7/170
c	X								-	-	SCH, GE	-	7/216	7/2.39 7/2.40	7/196 7/197
											BSCH	-	-	-	-
d	X								-	-	GE	-	-	-	-
											GE	-	-	-	-

Aufgabennummer	Aufgabe	Grundkompetenzen	Thema	Anzahl der Wörter
AP 2_011	Erlös und Gewinn	FA 1.6, FA 1.7, FA 2.1, AN 3.3	KP	198

Allgemeine Angabe	Kontext	Graph	Zusätzliche Informationen	Anzahl der Wörter
X	-	E 35 E 36	-	87

Teil- aufgaben	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgaben- stellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
	OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
a	X							X	EG 37 EG 42	GR	Z	-	-	8/4.41	-
											GE	-	-	-	-
b	X								EG 37	-	ES	-	8/978	-	-
											BR	-	8/976	8/4.18	-
c	X								EG 35 EG 36	GR	BS	-	5/455	5/8.17	5/350
											I	-	8/971	8/4.22	-

Aufgabennummer	Aufgabe	Grundkompetenzen	Thema	Anzahl der Wörter
AP 2_002	Aufnahmetest	WS 2.3, WS 3.2, WS 3.3	ALL	139

Allgemeine Angabe	Kontext	Graph	Zusätzliche Informationen	Anzahl der Wörter
X	EG 1	-	-	76

Teil- aufgaben	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgaben- stellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
	OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
a	X								-	-	NE GE	-	7/1007 7/1008	7/9.185 8/13.26	7/742
b	X								-	-	GE BR	-	7/1009 - 7/1024 8/1120	7/9.87 - 7/9.113	7/760 7/761 8/583

Aufgabennummer	Aufgabe	Grundkompetenzen	Thema	Anzahl der Wörter
AP 2_003	Section Control	WS 1.1, WS 1.3, WS 3.2, WS 3.3	ALL	320

Allgemeine Angabe	Kontext	Graph	Zusätzliche Informationen	Anzahl der Wörter
X	-	TAB BO	Erklärung der Section Control	120

Teil- aufgaben	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgaben- stellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
	OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
a	X				X				-	-	BS KR	-	7/952 7/953	6/12.16 - 6/12.17 6/12.31-35	6/443 8/567
													-	8/13.39a	-
b	X								-	BO	BS GE	-	6/721	6/12.27 8/13.04	8/572
c	X								EG 1	-	BR	-	-	8/13.36	8/408

Aufgabennummer	Aufgabe	Grundkompetenzen	Thema	Anzahl der Wörter
AP 2_005	Mathematikschularbeiten	WS 2.2, WS 3.1, WS 3.3	ALL	213

Allgemeine Angabe	Kontext	Graph	Zusätzliche Informationen	Anzahl der Wörter
X	EG 1	TAB	-	45

Teil- aufgaben	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgaben- stellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
	OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
a	X								-	-	GE	-	7/995 - 7/999	7/9.24 7/9.34	7/704 7/706 7/711
									-	-	BG	-	-	-	8/570
b		X			X				-	-	KR	-	-	6/13.26	8/577
									-	-	GE	ÜI	7/1009 - 7/1012	7/9.87 - 7/9.92	7/741 - 7/748

Aufgabennummer	Aufgabe	Grundkompetenzen	Thema	Anzahl der Wörter
AP 2_006	Ärztliche Untersuchung an einer Schule	WS 2.2, WS 3.1, WS 3.2	M	190

Allgemeine Angabe	Kontext	Graph	Zusätzliche Informationen	Anzahl der Wörter
X	EG 1	KR TAB	-	30

Teil- aufgaben	Antwortformate								Kontexte	Graph	Aufgaben- stellung	Sonstiges	Vergleichbar mit		
	OF	HOF	1a6	2a5	xa5	LT	ZF	KF					M	MV	D
a	X								-	-	GE (BG)	ÜI	7/1013	7/9.100	7/760
													- 7/1024	- 7/9.108	- 7/766
b	X								-	-	I	-	-	-	-
													-	-	-

Literatur

- Aue, V., Frebort, M., Hohenwarter, M., Liebscher, M., Sattlberger, E., Schiermer, I., Siller, H.-S., Vormayr, G., Weiß, M. & Willau, E. (2013). *Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik. Inhaltliche und organisatorische Grundlagen zur Sicherung mathematischer Grundkompetenzen (Stand: März 2013)*. Eine Online-Version ist verfügbar unter <https://www.bifie.at/node/1442>(8.3.2013). Wien: Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens
- Bleier, G., Lindenberg, J., Lindner, A. & Süß-Stepancik, E. (2014). *Dimensionen Mathematik 5*. Wien: Verlag E. Dorner GmbH.
- Bleier, G., Lindenberg, J., Lindner, A. & Süß-Stepancik, E. (2010). *Dimensionen Mathematik 6*. Wien: Verlag E. Dorner GmbH.
- Bleier, G., Lindenberg, J., Lindner, A. & Süß-Stepancik, E. (2011). *Dimensionen Mathematik 7*. Wien: Verlag E. Dorner GmbH.
- Bleier, G., Lindenberg, J., Lindner, A. & Süß-Stepancik, E. (2012). *Dimensionen Mathematik 8*. Wien: Verlag E. Dorner GmbH.
- Breyer, G., Heugl, H. Kraker, M., Liebscher, M., Liegl, I., Preis, Ch., Stiller, H.-S., Süß-Stepancik, E. & Svecnik, E. (2013). *Praxishandbuch Mathematik AHS Oberstufe. Auf dem Weg zur standardisierten kompetenzorientierten Reifeprüfung. Teil 2*. Eine Online-Version ist verfügbar unter <https://www.bifie.at/node/2391> (8.3.2013). Wien: Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens
- Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (Hrsg.). (2013). *Aufgabenpool*. Eine Online-Version ist verfügbar http://aufgabenpool.bifie.at/srp_ahs/index.php?action=1 (8.3.2013). Wien: Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens
- Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen

Schulwesens (Hrsg.). (2011). *Praxishandbuch für „Mathematik“ 8. Schulstufe*. Graz: Leykam Buchverlagsgesellschaft m.b.H. Nfg. & Co. KG

Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (Hrsg.). (2011). *Praxishandbuch Mathematik AHS Oberstufe. Auf dem Weg zur standardisierten kompetenzorientierten Reifeprüfung. Teil 1*. Graz: Leykam Buchverlagsgesellschaft m.b.H. Nfg. & Co. KG

Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (Hrsg.). (2013). *Standardisierte kompetenzorientierte schriftliche Reifeprüfung. Mathematik. Probeklausur Mai 2013. Teil-1-Aufgaben*. Eine Online-Version ist verfügbar unter <https://www.bifie.at/node/2391>(8.3.2013). Wien: Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens

Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (Hrsg.). (2013). *Standardisierte kompetenzorientierte schriftliche Reifeprüfung. Mathematik. Probeklausur Mai 2013. Teil-2-Aufgaben*. Eine Online-Version ist verfügbar unter <https://www.bifie.at/node/2391>(8.3.2013). Wien: Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens

Dorfmayr, A.(2012). Die Rolle der Fachsprache bei zentralen Prüfungen. Eine Online-Version ist verfügbar unter <http://www.oemg.ac.at/DK/Didaktikhefte/2012%20Band%2045/VortragDorfmayr.pdf>(9.1.2014).

Götz, St. & Reichel, Hans-Christian (Hrsg.). (2011). *Mathematik 5*. Wien: öbv

Götz, St. & Reichel, Hans-Christian (Hrsg.). (2011). *Mathematik 6*. Wien: öbv

Götz, St. & Reichel, Hans-Christian (Hrsg.). (2011). *Mathematik 7*. Wien: öbv

Götz, St. & Reichel, Hans-Christian (Hrsg.). (2011). *Mathematik 8*. Wien: öbv

Malle, G., Koth, M., Woschitz, H., Malle, S., Salzger, B. & Ulovec, A. (2010). *Mathematik verstehen 5*. Wien: öbv

Malle, G., Koth, M., Woschitz, H., Malle, S., Salzger, B. & Ulovec, A. (2010). *Mathematik verstehen 6*. Wien: öbv

Malle, G., Koth, M., Woschitz, H., Malle, S., Salzger, B. & Ulovec, A. (2010). *Mathematik verstehen 7*. Wien: öbv

Malle, G., Koth, M., Woschitz, H., Malle, S., Salzger, B. & Ulovec, A. (2010). *Mathematik verstehen 8*. Wien: öbv

Peschek, W., Fischer, R.. (2010). *Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik*. Didaktikhefte, Österreichische Mathematische Gesellschaft, Schriftreihe zur Didaktik der Mathematik an höheren Schulen, Heft 42, Jänner 10.

Lebenslauf

PERSÖNLICHE DATEN

Vor- und Nachname: Ricarda Franziska Anna Maria Hiller
Geburtsdatum: 15.09.1988
Geburtsort: Mistelbach
Staatsbürgerschaft: Österreich

AUSBILDUNG

1995 – 1999 Volksschule, Wulzeshofen
1999 – 2007 Realgymnasium, Laa an der Thaya
2007 – 2009 Wirtschaftsuniversität, Wien
Bachelorstudium Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
ab 2009 Universität Wien, Lehramtsstudium Mathematik, Physik

Zusammenfassung

Bereits im Schuljahr 2014/2015 wird die standardisierte Reifeprüfung von allen Schüler_innen der AHS durchzuführen sein. Die standardisierte Reifeprüfung der BHS folgt im Schuljahr 2015/2016. Es wurde viel diskutiert, ob genug Vorbereitungen getroffen wurden, sodass die standardisierte Reifeprüfung reibungslos abgehalten werden kann und die Schüler_innen gut genug darauf vorbereitet wurden. Um eine gute Vorbereitung auf die standardisierte Reifeprüfung für die Schüler_innen zu gewährleisten, müssen die Aus- und Weiterbildung der Lehrer_innen, der Informationsgrad der Schüler_innen, sowie auch die Schulbücher betrachtet werden. Mit Letzterem möchte ich mich im Rahmen dieser Diplomarbeit auseinandersetzen und versuchen, folgende Forschungsfrage zu beantworten.

Wie sind die Kompetenzerfordernisse der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung aus Mathematik der AHS in Schulbüchern der AHS implementiert und wie bereiten sie die Schüler_innen auf die standardisierte Reifeprüfung in Mathematik vor?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde ein Analyseraster erstellt, der die Grundkompetenzaufgaben und die Teil-2-Aufgaben, die vom Bildungsinstituts für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (BIFIE) erstellt wurden in verschiedenen Kategorien analysiert. Anschließend wurde nach vergleichbaren Aufgaben in den Schulbüchern Mathematik, Mathematik verstehen und Dimensionen gesucht und diese im Analyseraster festgehalten. Es zeigt sich, dass Schulbuchaufgaben, die die Arbeitsanweisung „Begründe!“ beinhalten, das Erstellen von graphischen Darstellungen im Bereich der Finanzmathematik verlangen oder das Unterscheiden von richtigen und falschen Aussagen bezüglich der Exponentialfunktion benötigen, noch zu wenig vorhanden sind. Ein weiteres Problem stellt die Fachsprache dar, da es zu den meisten Fachbegriffen Synonyme gibt, die in Schulbuchaufgaben nicht Verwendung finden. Die zusätzlichen Informationen, die vor allem bei den Teil-2-Aufgaben gegeben sind, sind bei den Schulbuchaufgaben nicht in diesem Ausmaß vertreten. Somit lässt sich feststellen, dass bei den Schulbuchaufgaben noch eine weitere Ausrichtung auf die Anforderungen der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung möglich ist, sie aber bereits ein kompetenzorientiertes Unterrichten ermöglichen.