



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Verpflichtender Technologieeinsatz bei der
Zentralmatura in Mathematik ab 2017/18 aus Sicht
der Lehrpersonen“

verfasst von / submitted by

Franziska Bartonek

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

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2016/ Vienna, 2016

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

A 190 406 884

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

Lehramt UF Mathematik UF Informatik und
Informatikmanagement

Betreut von / Supervisor:

Mag. Dr. Andreas Ulovec

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	4
DANKSAGUNG	5
1. DURCHGEFÜHRTE INTERVIEWS	6
2. TECHNOLOGIEN	7
2.1. ANFORDERUNGEN AN DIE TECHNOLOGIEN	7
2.2. AUSGEWÄHLTE TECHNOLOGIEN	8
2.2.1. GEOGEBRA	8
2.2.2. WXMAXIMA	10
2.2.3. TI-NSPIRE.....	12
2.2.4. CASIO CLASS PAD	13
2.2.5. TI 82 STATS.....	15
2.3. EINSATZ VON TECHNOLOGIEN BEI DER KOMPETENZORIENTIERTEN MATURA.....	16
2.4. STATISTIK VERWENDETER TECHNOLOGIEN IM UNTERRICHT.....	19
2.5. NUTZUNGSVERHALTEN DER TECHNOLOGIEN IM UNTERRICHT	22
2.6. FINANZIERUNG DER TECHNOLOGIE.....	24
2.7. GIBT ES DIE AM BESTEN GEEIGNETE TECHNOLOGIE?	26
2.8. BLICK IN DIE ZUKUNFT	30
2.9. WIEVIEL HANDWERKLICHE RECHENKOMPETENZEN BRAUCHEN SCHÜLERINNEN NOCH? .	32
2.10. TECHNOLOGIEEINSATZ ZUR FÖRDERUNG DES LERNERTRAGS	37
2.11. ZEITPUNKT DER EINFÜHRUNG EINER TECHNOLOGIE	40
3. LEHRKRÄFTE	44
3.1. UNSICHERHEIT UNTER DEN LEHRKRÄFTEN	44
3.2. DER FAKTOR ZEIT	48
3.3. VORBEREITUNG AUF DIE NEUE ZENTRALMATURA.....	50
3.4. AKZEPTANZ DER NEUEN ZENTRALMATURA.....	52
4. FORTBILDUNGEN	54
4.1. BEGRIFF FORTBILDUNG	54
4.2. ANGEBOTE AN BILDUNGSKONFERENZEN UND SEMINAREN	58
4.2.1. PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULEN	58
4.2.2. T3-ÖSTERREICH	58

4.2.3. KOMMT	59
4.3. AUSWERTUNG DER INTERVIEWS MIT FORTBILDUNGSVERANSTALTERINNEN	60
4.4. STATISTIK ZUM THEMA BESUCH VON FORTBILDUNGEN	61
5. ZENTRALMATURA	63
5.1. NEUE AUFGABENTYPEN UND VERÄNDERUNG DER AUFGABEN	63
5.2. ÄNDERUNG DER KOMPETENZEN.....	67
5.3. TECHNOLOGIEEINSATZ BEI TYP-1 AUFGABEN.....	70
5.4. VORTEILE FÜR SCHÜLERINNEN.....	73
5.5. NACHTEILE FÜR SCHÜLERINNEN	75
5.6. ERFAHRUNGEN 2014/15	78
6. ZUSAMMENFASSUNG.....	80
7. QUELLEN	82
7.1. LINKS.....	82
7.2. ABBILDUNGEN	84
7.3. TABELLEN.....	85
7.4. LITERATUR	85
ANHANG.....	88
INTERVIEWLEITFADEN.....	88

ABSTRACT

„Es gäbe die Mathematik nicht, wäre sie nicht anwendbar.“ So lautet ein Zitat von Dr. Helmut Heugl. Anwenden ist einer der zentralen Schwerpunkte der zukünftigen Zentralmatura. Ab dem Schuljahr 2017/18 ist der Einsatz von technologischen Hilfsmitteln im Typ-2 Teil der Zentralmatura an den AHS verpflichtend. Das BIFIE klassifiziert dabei die erlaubten Technologien, einige davon sind Geogebra, TI 82 Stats oder auch das Casio Class Pad.

Durch die neue Form der Zentralmatura verlagern sich die bisherigen Kompetenzen in den Bereich des Modellieren, Visualisieren, Interpretieren und Problemlösen. All diese Kompetenzen gehören zur Anwendung von Mathematik. Das Anwenden der Mathematik wird immer mehr in den Mittelpunkt gerückt. Folgen davon sind neue Aufgabentypen bei der Zentralmatura und eine Veränderung der Kompetenzen, die von zukünftigen MaturantInnen erwartet werden.

Diese Arbeit konzentriert sich speziell auf die Situation der Lehrkräfte. Wie gehen die Lehrpersonen mit der Umstellung der Zentralmatura um? Wann werden die Technologien in den Unterricht eingeführt? Finden sie diese neue Art der Matura überhaupt gut? Die Situation der Lehrpersonen wurde durch eine Befragung ermittelt. Dabei lagen die Schwerpunkte im Nutzungsverhalten der Technologien, Besuch von Fortbildungen und Vor- und Nachteilen für SchülerInnen.

DANKSAGUNG

Mein Dank gilt Herrn Mag. Dr. Andreas Ulovec für die vielen Anregungen und Hilfestellungen, die ich durch seine Betreuung erhielt. Er war auch eine wichtige Stütze und Anlaufstelle bei der Durchführung der Interviews.

Weiteres möchte ich mich bei den 8 Lehrpersonen bedanken, die meine Fragen im Rahmen der durchgeführten Interviews bereitwillig beantwortet haben. Ohne sie wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen.

Ein großer Dank gilt meiner Familie, speziell meinen Eltern, die mich stets unterstützt haben und mit Rat und Tat hinter mir gestanden sind.

Herzlichen Dank auch allen FreundInnen und StudienkollegInnen, die mich während meiner Studienzeit begleitet haben und immer zu interessanten Gesprächen bereit waren.

1. DURCHGEFÜHRTE INTERVIEWS

Als Grundlage für meine Diplomarbeit habe ich Interviews mit Lehrpersonen aus verschiedenen Schulen in Wien durchgeführt und diese anschließend ausgewertet. Bei der Auswertung wurde eine Häufigkeitsanalyse durchgeführt. Um einen besseren Überblick über die Hintergründe der Lehrkräfte zu erhalten, sind im Folgenden einige wichtige Fakten angeführt:

- **TeilnehmerInnen**
 - weiblich, männlich
 - 8 TeilnehmerInnen

- **Schularten**
 - Privates Gymnasium, BHS, Abendgymnasium, Oberstufengymnasium, AHS

- **Unterrichtserfahrung**
 - JunglehrerInnen, routinierte Lehrpersonen

Die Interviews wurden direkt an den Schulen der jeweiligen Lehrpersonen durchgeführt. Anhand eines vom Wiener Stadtschulrat genehmigten Interviewleitfadens (siehe Anhang) wurde über das Thema Technologieeinsatz bei der Zentralmatura und Fortbildungsmöglichkeiten gesprochen. Zusätzlich wurden die Lehrpersonen über ihre Kompetenzen und Erfahrungen im Zusammenhang mit der neuen Zentralmatura befragt. Die Interviews gestalteten sich sehr interessant. Es war immer wieder lehrreich, neue Blickwinkel der Thematik kennenzulernen. Alle TeilnehmerInnen haben bereitwillig über ihre Erfahrungen und ihre Gedanken gesprochen. Die Interviews wurden, nach Einwilligung der TeilnehmerInnen, mit einem Diktiergerät aufgenommen. Anschließend kategorisiert und mittels einer Häufigkeitsanalyse ausgewertet. Die im Folgenden angeführten Thesen und Behauptungen stammen von den Lehrpersonen und wurden durch Literaturrecherchen ergänzt und ausgebaut. Auf Grund der Anonymität werden keine Lehrpersonen namentlich erwähnt.

2. TECHNOLOGIEN

2.1. ANFORDERUNGEN AN DIE TECHNOLOGIEN

Da ab dem Schuljahr 2017/18 für die Typ-2 Aufgaben der Einsatz von Technologien verpflichtend ist, wird im Folgenden kurz auf die Anforderungen an diese Technologien eingegangen.

Laut dem BIFIE müssen folgende Anforderungen erfüllt werden (Hofbauer, 2014):

- Darstellung von Funktionsgraphen
- Numerisches Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen
- Numerisches Integrieren
- Grundlegende Funktionen der Matrizenrechnung
- Funktionen für statische Kenngrößen, lineare Regression und Korrelation, Binomial- und Normalverteilung

Weiteres wird eine Auswahl an möglichen Technologien vorgestellt, welche für den Unterricht geeignet sind. Dabei werden sowohl Softwareprogramme (Geogebra, WxMaxima) als auch Hardwareelemente (Casio Class Pad, TI-Nspire) präsentiert. Die Auswahl der hier vorgestellten Technologien, wurde aufgrund von häufigen Erwähnungen in Schulbüchern und Fachartikeln getroffen. Natürlich gibt es aber daneben eine noch weit größere Anzahl an Technologien für den Unterricht, doch diese steht nicht im Mittelpunkt dieser Arbeit.

Die angeführten Möglichkeiten für den Technologieeinsatz im Mathematikunterricht erfüllen alle oben angeführten Anforderungen.

2.2. AUSGEWÄHLTE TECHNOLOGIEN

2.2.1. GEOGEBRA

Geogebra ist ein kostenloses Softwarepaket, welches speziell für den Unterricht entwickelt wurde (Dorner, 2014). Geogebra wirbt auf seiner Homepage mit folgenden Vorteilen für Lehrer: „Es hilft bei der Unterrichtsplanung und deren Umsetzung“, „Es hilft Lehrende miteinander zu vernetzen“ und „Es unterstützt Lehren und Lernen“ (Geogebra). Tatsächlich ist Geogebra eine sehr beliebte Technologie für den Einsatz im Unterricht. Sie bietet eine kostenlose Möglichkeit Technologie im Unterricht einzusetzen und kann sowohl auf einem PC als auf einem Tablet verwendet werden. Die einzelnen Features der Software decken alle Anforderungen des BIFIE ab und sind einfach zu bedienen. Zusätzlich bietet Geogebra eine sehr weite Bandbreite an Möglichkeiten, die Software erfolgreich in den Unterricht einzubinden. Christian Dorner stellt in seiner Arbeit „Einsatzmöglichkeiten für Geogebra in der 5.Klasse AHS“ die unterschiedlichen Einsatzgebiete der Software vor (Dorner, 2014):

- **Demonstrationsapplets**

Hier werden fertige Applets im Unterricht gezeigt. Sie müssen im Vorhinein von der Lehrperson erstellt werden und können anschließend beliebig oft abgerufen werden.

Beispiel: Beweis des Pythagoras

- **Entdeckungsapplets**

Hier liegt die Aktivität bei den SchülerInnen. Zu einem bestimmten Thema werden Materialien vorbereitet und von den SchülerInnen eigenständig bearbeitet. Hier werden die berühmten „Schieberegler“ gerne eingesetzt um zum Beispiel unterschiedliche Funktionen untersuchen zu können.

Beispiel: Funktionen und ihre Eigenschaften

- **Lernapplets**

Das Lernapplet dient zur Festigung von bereits gelernten Grundlagen. Dabei kann man zum Beispiel das Theoriewissen überprüfen. Dazu können

von der Lehrperson genaue Skizzen erstellt werden und anschließend mit einer Fragestellung für die SchülerInnen kombiniert werden.

Beispiel: Mengenlehre

- **Werkzeugapplets**

Bei dem Werkzeugapplet kann man selbst Werkzeuge erstellen. Diese Möglichkeit eignet sich zum Beispiel für Projektarbeiten.

- **Nicht vorstrukturierte Nutzung**

Hier gibt die Lehrkraft den SchülerInnen nicht mehr vor, wann und wie sie Geogebra einsetzen sollen. Die SchülerInnen müssen selbst über die Anwendung der Software entscheiden.

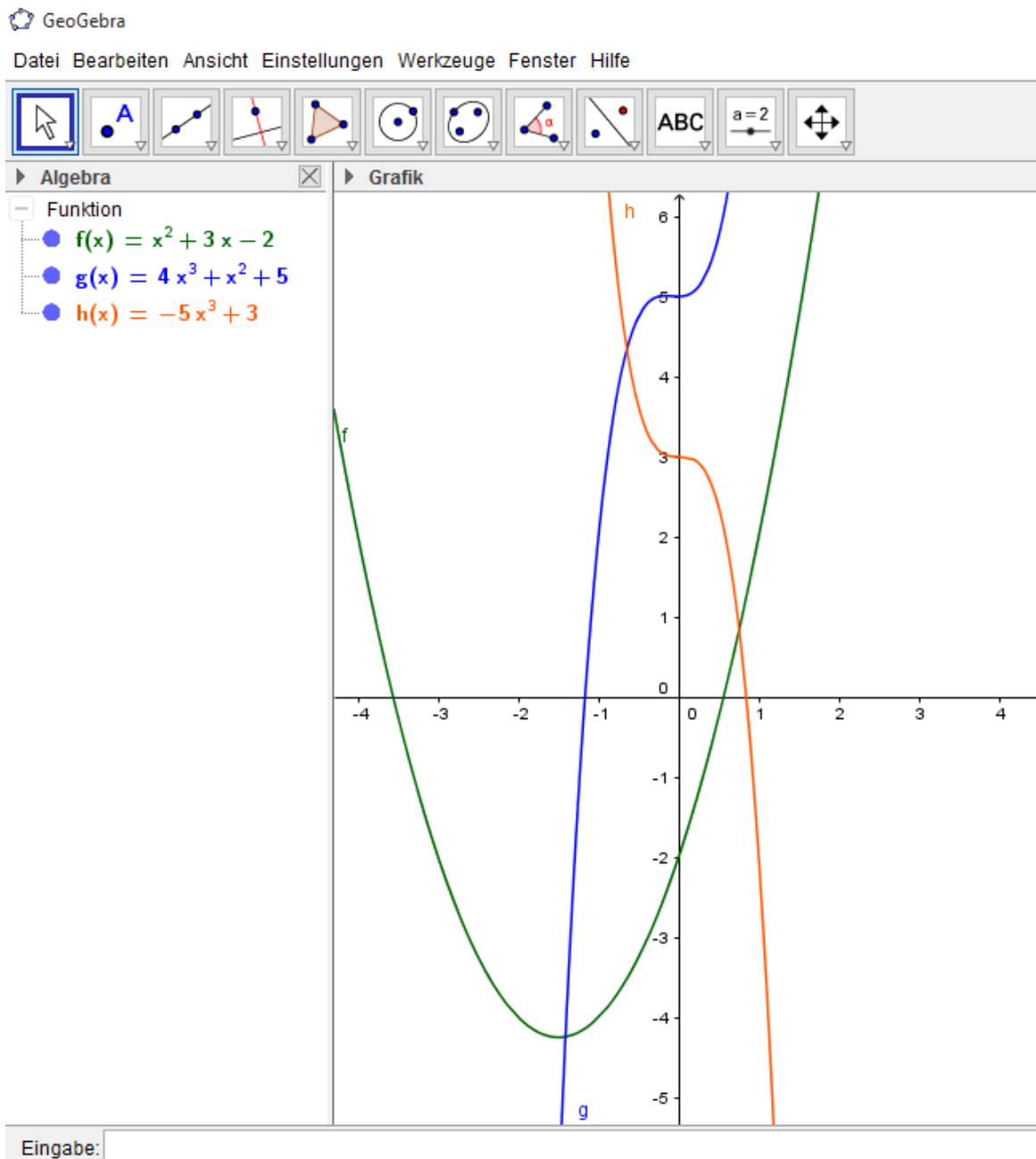


Abbildung 1: Grafische Oberfläche Geogebra

2.2.2. WXMAXIMA

WxMaxima ist ebenfalls ein kostenloses Softwarepaket, aber nicht so stark verbreitet wie Geogebra. Es gibt eine Download – Version und eine Online – Version. Zusätzlich ist es auch als App verfügbar. WxMaxima ist sehr ähnlich aufgebaut wie die Programmiersprache LISP und ähnelt in der Anwendung den Befehlen des TI-Voyage 200.

WxMaxima deckt alle Anforderungen des BIFIE für eine Technologie zum Einsatz bei der Zentralmatura ab. Zusätzlich bietet die Software einige Features, die besonders für den Unterricht sehr geeignet sind. Johann Weilharter nennt in seiner Arbeit „Verwendung des CAS Maxima im Mathematikunterricht an der Bundeshandelsakademie Tamsweg [...]“ (Weilharter, 2014) einige Gründe, warum man sich für die Software WxMaxima entscheiden sollte. Zum Beispiel kann man WxMaxima sehr gut als Ersatz für das traditionelle Schulübungsheft nutzen. Die Schulübungen werden direkt im Programm geschrieben, die Berechnungen werden in die Datei eingefügt und können anschließend entweder abgespeichert aber auch als PDF ausgedruckt werden. Dadurch ist ein digitaler Unterricht sehr einfach umzusetzen.

Da WxMaxima eine ähnliche Bedienung wie der TI Voyage 200 hat, würde sie sich sehr gut als kostenloser Ersatz für den kostenpflichtigen Taschenrechner eignen.

WxMaxima bietet auch die Möglichkeit kleine Programme zu programmieren, daher empfiehlt sich die Software auch in der HTL als guter Einstieg in die Programmierung.

Die größte Konkurrenz von WxMaxima ist derzeit Geogebra, da beide Programme sehr ähnlich sind. Geogebra hatte in den ersten Versionen keine CAS Funktion, dadurch war zu diesem Zeitpunkt Maxima beliebter und vom Umfang interessanter für den Unterricht (Höferer, 2014). Heute wird in den meisten Fällen Geogebra bevorzugt, da sowohl die graphische Gestaltung als auch die Anwendung benutzerfreundlicher gestaltet sind. Man braucht nur wenige Befehle, da die meisten Funktionen durch Schaltflächen dargestellt sind, was gerade für die Zielgruppe SchülerInnen definitiv ein Vorteil ist.

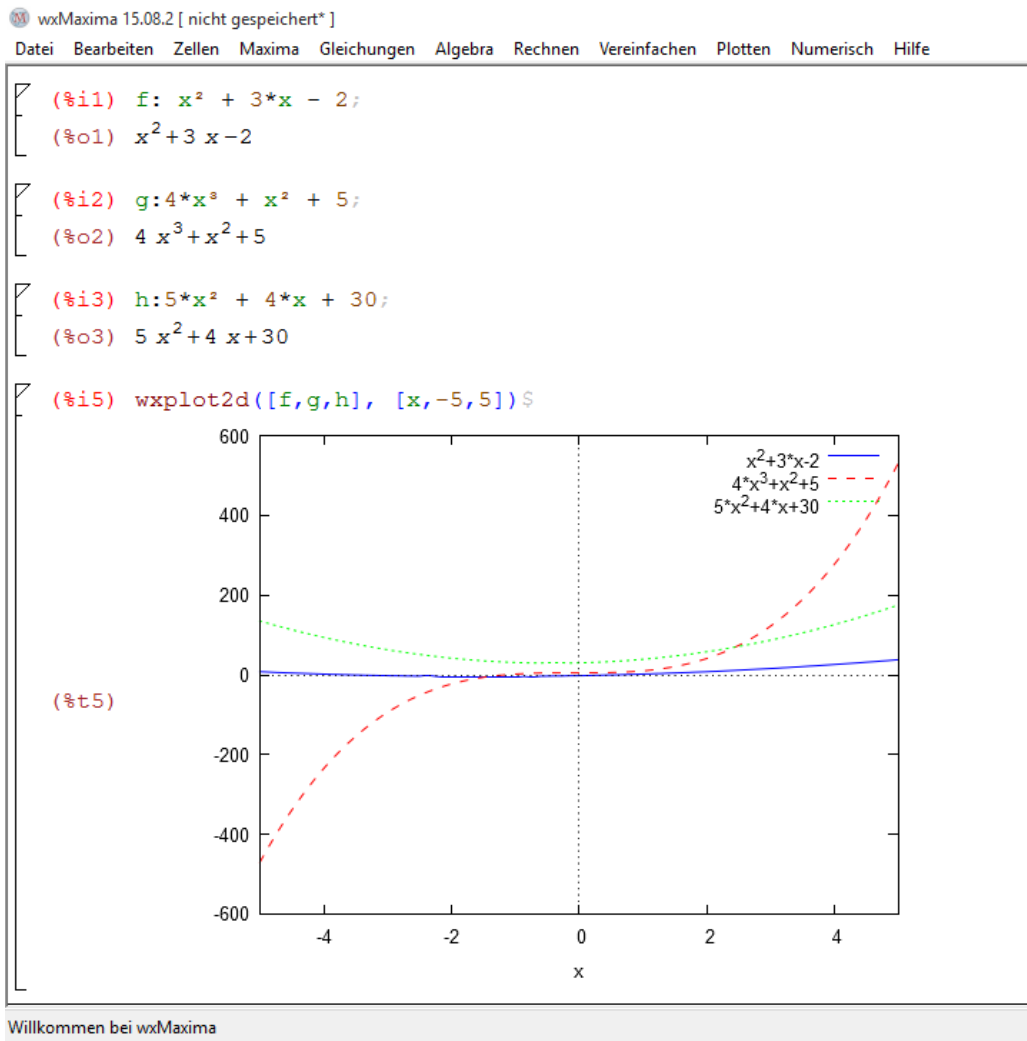


Abbildung 2: Grafische Oberfläche WxMaxima

2.2.3. TI-NSPIRE

Thomas Müller stellt in seiner Arbeit „Mathematik leichter begreifen – TI-Nspire bereits in der Sek1? Ein Diskussionsbeitrag zum Unterricht mit Technologie“ (Müller, 2013) eine der neuesten Serien von TI vor, nämlich das Softwarepaket und den Taschenrechner mit dem Namen Nspire. Das Produkt kam 2007 auf den Markt. 2013 wurde auch eine mobile Version, als App, für das IPAD veröffentlicht. Dadurch kann dieses Produkt sowohl als traditioneller Taschenrechner als auch mobil auf dem Tablet verwendet werden. Das ist der wohl gravierendste Unterschied zu den anderen vorgestellten Technologien: die Kombination von Taschenrechner und Software bzw. die „Verwendung von beiden Technologien für sich alleine“ (Müller, 2013).

Dadurch eignet sich diese Technologie besonders gut für den dualen Einsatz im Unterricht. Thomas Müller erklärt auch, dass der Einsatz des TI-Nspire besonders ab der 7.Schulstufe sinnvoll ist.

Bei der TIME 2014 stellt Mag. Christian Zöpfl in seinem Workshop „Workshop zum TI Navigator“ (Zöpfl, 2014) die gesamte Produktfamilie von TI-Nspire vor, dabei erwähnte er noch weitere Vorteile dieser Software: Interaktivität trotz Einsatz eines Taschenrechners, einfache Präsentation von Taschenrechner-Inhalten und die Überwachung von Schüleraktivitäten.

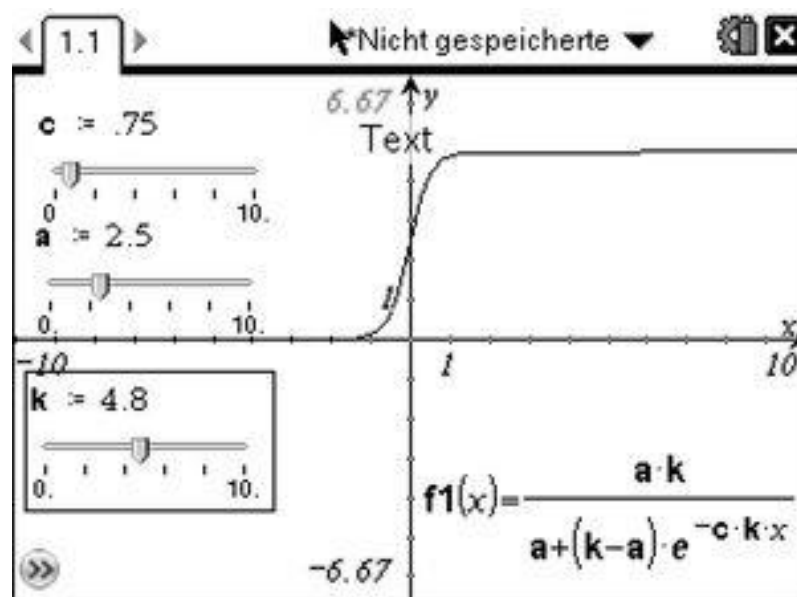


Abbildung 3: Grafische Oberfläche TI-Nspire

2.2.4. CASIO CLASS PAD

Das Casio Class Pad ist die führende Konkurrenz der TI-Nspire Serie. Laut Herstellerseite bietet der Grafikrechner ein CAS und ein Farbdisplay mit Touchfunktion. Zusätzlich wirbt Casio mit einer „intuitiven Bedienung“ und einem damit entstehenden „anschaulichen Mathematikunterricht“ (Casio Europe).

Das Casio Class Pad ist ein Grafikrechner mit Computer-Algebra-System und hochauflösendem sowie berührungssensitiven Farb-Display (Casio Europe). Das neueste Modell der ClassPad-Serie bietet eine intuitive Bedienung und sorgt somit für einen anschaulichen Mathematikunterricht.

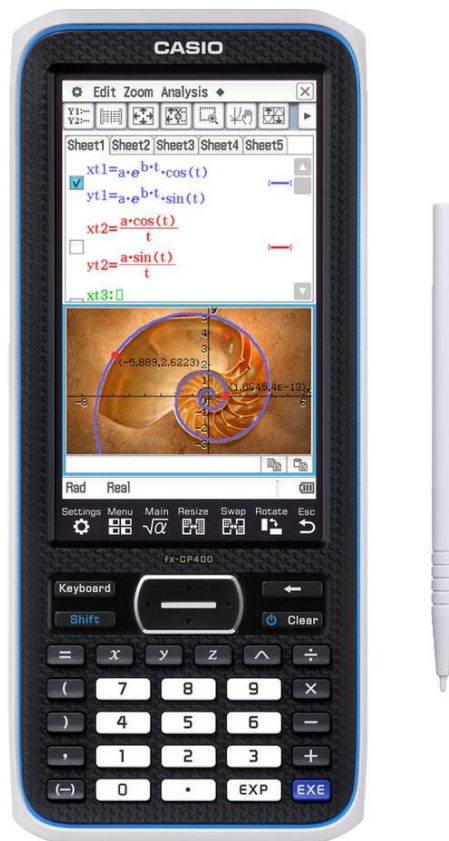


Abbildung 4: Grafische Oberfläche Casio ClassPad

Der Funktionsumfang vom ClassPad ist enorm. Hier nur ein kleiner Einblick in die vom Hersteller genannten Funktionen:

- Numerisches und algebraisches Berechnen
- eActivities (Möglichkeit elektronische Beispiele zu dokumentieren)
- Statistik
- Grafik und Tabellen
- Zahlenfolgen
- Dynamische Geometrie (Punkte, Geraden und Polynome zeichnen, verschieben und bearbeiten)
- Animationen
- Programmieren
- Kommunikation (Datenaustausch einfach mittels USB-Kabel und Anschluss an Projektoren)

Es gibt einige Bücher, die den Umgang mit dem ClassPad detailliert beschreiben und schrittweise Anleitungen zur Lösung von Beispielen im Unterricht zur Verfügung stellen. Eines davon ist zum Beispiel „ClassPad im

Mathematikunterricht“ von Matthias Bernhard und Christian Wesselesky. In diesem wird auch erwähnt, dass man viele Befehle und Funktionen aus dem schon etwas veraltetem und heute nicht mehr so beliebten CAS Derive übernehmen kann (Bernhard, Wesselesky, 2009). Das ClassPad ist also einfach eine schülergeeignete Version von Derive auf einem eigenständigen Taschenrechner.

2.2.5. TI 82 STATS

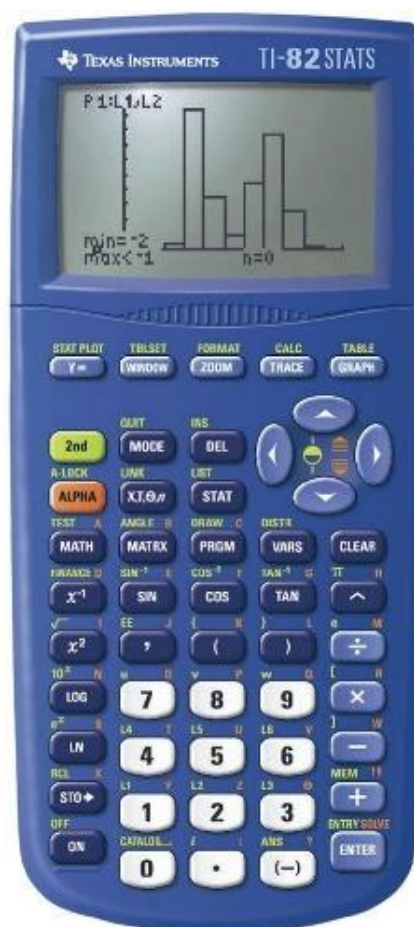


Abbildung 5: Grafische Oberfläche TI 82 Stats

Der TI – 82 – Stats ist ein grafikfähiger Taschenrechner der Texas Instruments Familie. Dieses Gerät entspricht auch den Anforderungen des BIFIE und enthält unter anderem eine Integrations- und Ableitungsfunktion. Der Taschenrechner eignet sich besonders gut für die Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung, es gibt zum Beispiel eine Funktion für die Erstellung eines Box Plot Diagramms (Wessenberg, 2013). Der TI 82 Stats ist sozusagen als Nachfolger des TI Voyage 200 in den Unterricht eingezogen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Auswahl an Technologien für den Mathematikunterricht enorm ist. Egal ob man die Technologie selten oder durchgehend im Unterricht anwenden möchte, sollte die passende Technologie vorhanden sein. Gerade die Softwareprogramme eignen sich zur Unterstützung im Unterricht und müssen nicht kostspielig eingeführt werden. Bei passenden Themenkreisen (Funktionen, Lösen von Gleichungen, Statistik, ...) können alternative Lösungsmöglichkeiten mithilfe von Softwareprogrammen sehr einfach in den Unterricht eingebaut werden. Dadurch muss gar nicht das konventionelle Lösen solcher Beispiele ausgeblendet werden, es soll nur eine weitere Möglichkeit bzw. eine grafische Lösung solcher Aufgaben darstellen.

Verpflichtender Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura heißt also noch lange nicht, dass man den kompletten Unterricht mit Hilfe von Technologien aufbauen muss.

2.3. EINSATZ VON TECHNOLOGIEN BEI DER KOMPETENZORIENTIERTEN MATURA

Auch bei der Aufstellung der Grundkompetenzen in Mathematik ist der Einsatz von Technologien bereits berücksichtigt worden. Das BIFIE hat dazu Richtlinien und Beispiele für Themenpool und Prüfungsaufgaben bei der kompetenzorientierten Reifeprüfung zusammengestellt (Liebscher, Zeiler, 2012). In diesem Paper sieht man, dass der Technologieeinsatz dabei bei den Bereichen H1 (Darstellen, Modellbilden) und H2 (Rechnen, Operieren) erwähnt wird. Bei der Kompetenz H1 wird angeführt, dass man bei der Darstellung mathematischer Sachverhalte eine geeignete Technologie auswählen können soll. Ein konkreter Technologieeinsatz wird bei H2 angefordert, hier sollen die SchülerInnen beim Rechnen und Operieren „operative Tätigkeiten an verfügbare Technologien“ auslagern können (Liebscher, Zeiler, 2012).

In den Richtlinien des BIFIE steht, dass eine „entsprechende ‚Werkzeugkompetenz‘ [...] integraler Bestandteil mathematischer Kompetenzen“ (Liebscher, Zeiler, 2012) ist. Daher ist der Einsatz von Technologien mittlerweile ein wichtiger Bestandteil in der mathematischen Ausbildung. Ebenfalls wird angeführt, dass die internationalen Standards einer durchgängigen Nutzung von

technologischen Werkzeugen wie Taschenrechner, dynamischer Grafiksoftware und Tabellenkalkulation entsprechen sollen (Liebscher, Zeiler, 2012). Technologie soll weiteres nicht als Lösungshilfe, sondern als „Modellierungs-, Visualisierungs- und als Rechenwerkzeug“ (Liebscher, Zeiler, 2012) bei der Kompetenzorientierung gesehen werden. Im Paper „Grundkompetenzen und Technologie“ von Hohenwarter, Lindner und Reichenberg wird diese Aussage bestätigt indem angeführt wird, dass der Technologieeinsatz „verschiedene Funktionen bei der Unterstützung der Kompetenzentwicklung“ hat und Möglichkeiten bietet „komplexe Operationen auf die Technologie auszulagern“ (Hohenwarter, Lindner, Reichenberg, 2013).

Es gibt bereits eine Auflistung der mathematischen Grundkompetenzen für die Matura 2017/18 in der der Technologieeinsatz schon eine gewisse Rolle spielt. Im Folgenden werden jene Grundkompetenzen mit Technologieeinsatz aufgeführt (BIFIE Grundkompetenzen 2017/18):

- 2.8: lineare Gleichungssysteme in mehreren Variablen anwendungsbezogen aufstellen, mittels Technologieeinsatz lösen und das Ergebnis in Bezug auf die Problemstellung interpretieren und damit argumentieren
- 2.11: Polynomgleichungen, Exponentialgleichungen und Gleichungen mit trigonometrischen Funktionen in einer Variablen mittels Technologieeinsatz lösen und das Ergebnis interpretieren
- 3.1: eine Funktion in einem geeigneten Definitionsbereich als eindeutige Zuordnung verstehen und als Modell zur Beschreibung der Abhängigkeit zwischen Größen interpretieren; den Graphen einer gegebenen Funktion mittels Technologieeinsatz darstellen, Funktionswerte ermitteln und den Verlauf des Graphen im Kontext interpretieren
- 3.7: die Nullstelle(n) einer Funktion gegebenenfalls mit Technologieeinsatz bestimmen und als Lösung(en) einer Gleichung interpretieren
- 3.8: Schnittpunkte zweier Funktionsgraphen gegebenenfalls mittels Technologieeinsatz bestimmen und diese im Kontext interpretieren

Vergleicht man die Grundkompetenzen für die Matura von 2016/17 und 2017/18 gibt es bezüglich des Technologieeinsatzes nur eine einzige bedeutsame Änderung und zwar, wurden im Punkt 2.11 Polynomgleichungen hinzugefügt.

Im Praxishandhandbuch des BIFIE (Liebscher et al., 2013) werden vier Funktionen der Technologien vorgestellt, welche zur Kompetenzentwicklung beitragen sollen:

- Visualisierungswerkzeug
- Experimentierwerkzeug
- Modellierungswerkzeug
- Rechenwerkzeug

Unter einem Visualisierungswerkzeug versteht man in diesem Kontext, dass die Technologie dazu beiträgt, dass durch eine grafische Darstellung abstrakter Objekte die Kompetenzentwicklung in verschiedenen Bereichen angeregt wird. In diesen Bereich fallen auch das grafische Lösen von Aufgaben und Experimentieren von unterschiedlichen Parametern durch einen Schieberegler.

Experimentierwerkzeuge teilen den Lernprozess in drei Phasen: experimentelle, exaktifizierende und anwendbare Phase (Brayer et al., 2013). Hierbei werden in der Experimentierphase Vermutungen aufgestellt und in der exaktifizierenden Phase verschiedene Lösungswege gefunden. In der letzten Phase können Thematiken, die in der traditionellen Mathematik für SchülerInnen schwer verständlich waren, durch Experimente leichter verständlich gemacht werden.

Die Funktion als Modellierungswerkzeug beschreibt die Möglichkeit, durch den Einsatz von Technologien, praxisnahe Anwendungen durchzuführen. Dabei sind unter anderem verschiedene Darstellungsformen möglich, wie auch eine rekursive Darstellung (Brayer et al., 2013).

Die letzte Funktion der Technologien ist das Rechenwerkzeug. Dabei werden komplexe Rechnungen auf die Technologie ausgelagert.

2.4. STATISTIK VERWENDETER TECHNOLOGIEN IM UNTERRICHT

Im folgenden Diagramm wurden die Daten der durchgeführten Interviews bezüglich der Anzahl an verwendeten Technologien im Mathematikunterricht grafisch aufbereitet.

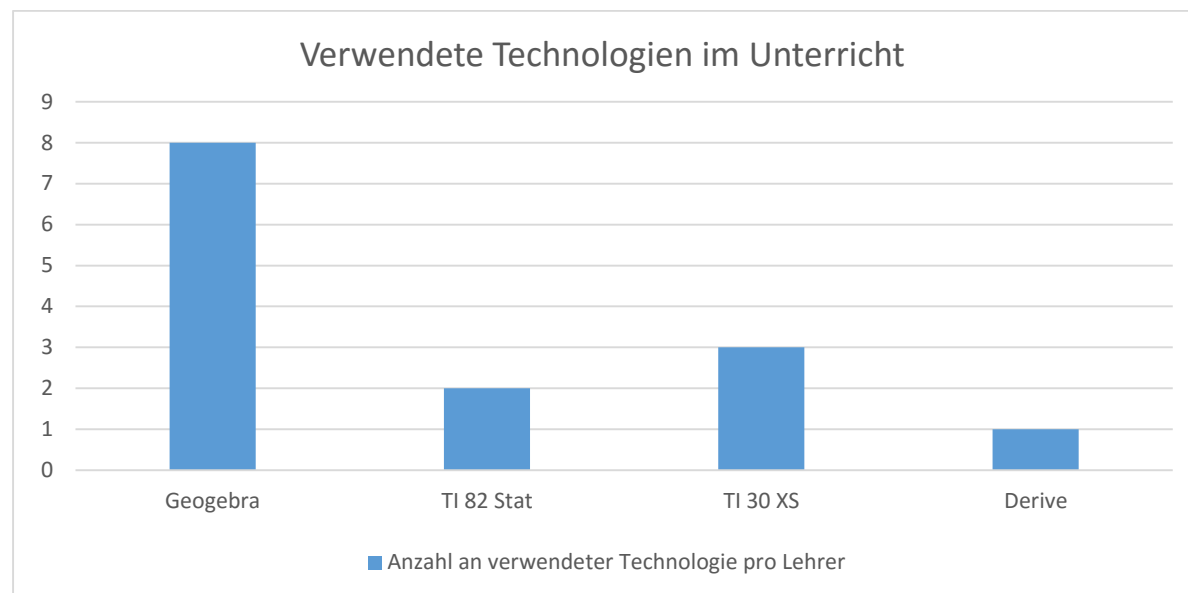


Tabelle 1: Verwendete Technologien im Unterricht

Trotz der relativ großen Auswahl an möglichen Technologien für den Mathematikunterricht, gaben 100% der befragten Lehrpersonen an, dass sie bevorzugt Geogebra im Unterricht verwenden. Bei der Begründung für diese Auswahl waren sich die Lehrkräfte auch einig: es ist kostenlos und für die SchülerInnen relativ einfach zu verstehen. Daher wird Geogebra in den meisten Schulen auf den Laptops der SchülerInnen verwendet.

Lilla Korenova, eine slowakische Mathematik-Professorin, hat in ihrer Arbeit „PC, Tablet or Graphic Calculator“ eine ähnliche Befragung durchgeführt. Dabei wurde ebenfalls das Nutzungsverhalten von Software im Mathematikunterricht untersucht (Korenova, 2014):

- MS Excel (65%)
- Geogebra (61%)
- Derive (16%)

Geogebra sticht wieder mit einer enormen Beliebtheit hervor. In dieser Befragung wurden Taschenrechner nicht angeführt. Interessant ist, dass MS Excel die beliebteste Software ist, obwohl es eine kostenpflichtige ist während Geogebra eine freie Software ist.

Ein großes Problem bei der Auswahl der Technologie ist in den meisten Fällen die Ausstattung der Schulen. In vielen Schulen gibt es zwar EDV-Räume, doch diese sind, laut InterviewteilnehmerInnen, durchschnittlich nur für 20 Personen konzipiert. Da im Mathematikunterricht die Klassen aber nicht unterteilt werden, reicht der Platz oft nicht aus, um die gesamten SchülerInnen unterzubringen. Zusätzlich kommt dazu, dass viele Schulen nur über 2-3 EDV-Räume verfügen. Das ist auf jeden Fall viel zu wenig, wenn man bedenkt, wie viele Klassen es in der Oberstufe gibt: rechnet man 3 Klassen pro Klassenstufe wären das 12 Klassen mit jeweils durchschnittlich 3 Wochenstunden Mathematik, das ergäbe 36 Stunden Mathematik pro Woche oder insgesamt etwa 7 Stunden Mathematik pro Tag. Das würde bedeuten, dass der EDV-Raum von 8-15 Uhr durchgehend mit Mathematikklassen belegt wäre und das ist nicht möglich, da auch andere Unterrichtsfächer Zugriff auf den EDV-Raum haben und es auch fixen Unterricht im EDV-Raum gibt wie zum Beispiel Informatik, Geometrisches Zeichnen oder Darstellende Geometrie. Unter den befragten Lehrkräften gab nur eine Person an, dass die Schule über genügend viele Plätze im EDV-Raum verfügt, um die Zentralmatura hier durchführen zu können. Diese Lehrperson unterrichtet an einem privaten Gymnasium. Dieses Problem muss in den nächsten Jahren dringend gelöst werden, falls der verpflichtende Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura wirklich durchgezogen werden soll.

Die zwei beliebtesten Taschenrechner sind der TI 82-Stat und der TI 30-XS. Der TI 82-Stat ist ein grafikfähiger Taschenrechner und der TI 30-XS ein ganz normaler Taschenrechner ohne Grafikfenster und CAS Funktion. In manchen Schulen wird ausschließlich mit dem TI 30-XS gearbeitet, welcher aufgrund fehlender Funktionen nicht die Anforderungen des BIFIE an eine Technologie erfüllt (Hofbauer, 2014). In diesen Schulen gibt es zwar manchmal Mathematikunterricht im EDV-Raum, wo das Programm Geogebra verwendet wird - das ist aber nur der Ausnahmefall im Unterricht. Überwiegend wird mit dem TI

30-XS gearbeitet und daher haben die meisten SchülerInnen auch keine richtige Erfahrung im Einsatz von Technologien.

Der Taschenrechner TI 82-Stats ist sozusagen als Nachfolger des TI Voyage 200 in den Schulen eingezogen. Er erfüllt die Technologieanforderungen des BIFIE und könnte deshalb auch bei der Zentralmatura eingesetzt werden. Jene Schulen die, den TI 82-Stats verwenden, haben den Taschenrechner bereits auch bei der Matura verwendet.

Zusammenfassend kann man sagen, dass es noch viele Schulen gibt, in denen in der Oberstufe keine geeigneten Hilfsmittel verwendet werden, die laut BIFIE als Technologie gewertet werden. Geogebra wird zwar in den Unterricht eingebaut, jedoch verfügen die SchülerInnen deshalb noch lange nicht auch über die Kompetenz das Programm eigenständig, zur Lösung von Beispielen heranzuziehen. Alle Befragten haben angegeben, dass sie Technologien verwenden, aber in sehr unterschiedlichem Ausmaß.

Es ist interessant zu sehen, dass viele Programme wie WxMaxima oder Excel in vielen Schulen gar nicht bekannt waren bzw. nicht verwendet worden sind. Weiteres werden die von den Fortbildungen angebotenen Taschenrechner wie der TI Nspire oder das Casio Class Pad anscheinend von den Lehrkräften nicht angenommen.

Anhand der Auswertung der Interviews ist leider auch ersichtlich, dass aufgrund der momentan verwendeten Technologien, sicher nicht genügend Schulen auf den verpflichtenden Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura vorbereitet sind.

2.5. NUTZUNGSVERHALTEN DER TECHNOLOGIEN IM UNTERRICHT

Der Anteil an Unterrichtszeit mit Technologieeinsatz pro Lehrperson ist sehr unterschiedlich. Die Befragten haben angegeben, dass sie zwischen 50% und 100% der Unterrichtszeit Technologien verwenden. Die genauen Ergebnisse sind in folgendem Diagramm zu sehen:

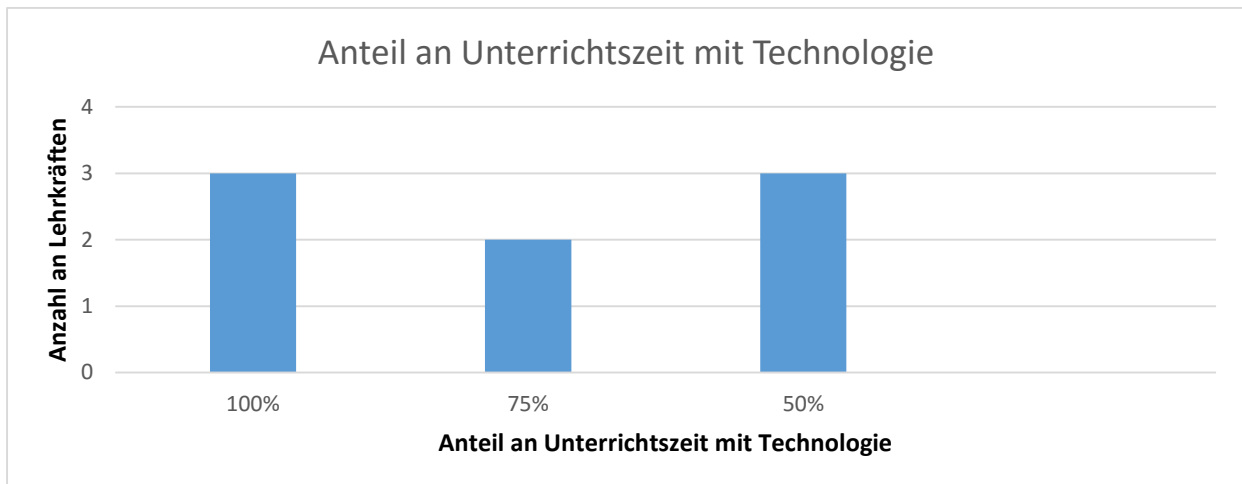


Tabelle 2: Anteil an Unterrichtszeit mit Technologie

Jene Lehrpersonen mit 100% Technologieunterstützung im Unterricht unterrichten in Laptopklassen oder verwenden den Taschenrechner TI 82-Stats. Den Taschenrechner TI 30-XS, der von einigen Lehrkräften als Technologie erwähnt worden ist, wurde in der Statistik nicht berücksichtigt, da er die Anforderungen des BIFIE nicht erfüllt. Der Taschenrechner TI 30-XS wird von fast allen Lehrpersonen durchgehend im Unterricht verwendet.

Mehr als die Hälfte der befragten Lehrkräfte geben eine Nutzung von 50%-75% an. Als Gründe dafür, dass die Technologie im Unterricht nicht zu 100% genutzt wird, wurden folgende Punkte erwähnt:

- Einführung von Technologie nimmt zu viel Zeit in Anspruch.
- Lösungen von Beispielen welche klassisch per Hand gelöst werden sollen weiterhin im Vordergrund stehen.
- Fehlende Kapazitäten um eine 100%ige Nutzung zu ermöglichen (z.B. Geogebra nur im EDV-Raum nutzbar).
- Verständnis für den Stoff geht verloren.
- Einsatz von Technologien ist stoffabhängig.

Das Nutzungsverhalten der befragten Lehrpersonen ähnelt stark der empirischen Untersuchung von Lilla Korenova: 12% der befragten Lehrkräfte gaben an, dass sie Technologien in jeder Unterrichtsstunde verwenden. 67% verwenden die technischen Hilfsmittel wöchentlich/monatlich und 24% verwenden sie sehr selten. Interessant war auch, dass 7% angegeben haben überhaupt keine Technologie zu verwenden (Korenova, 2014).

Ein weiterer interessanter Betrachtungspunkt ist das Nutzungsverhalten der Hilfsmittel nach Schultyp. Die befragten Lehrpersonen unterrichten an unterschiedlichen Schultypen: BHS, Abendgymnasium, Oberstufenrealgymnasium, privates Gymnasium und AHS. Laut meiner Befragung ist kein großer Unterschied im Nutzungsverhalten von Technologien zwischen den einzelnen Schultypen zu erkennen. Der einzige Unterschied besteht darin, dass einige Schulen in der Oberstufe verpflichtend Laptopklassen eingeführt haben, jedoch nicht schultypspezifisch. Ansonsten ist keine Besonderheit aufgefallen. Der Einsatz von Technologie im Unterricht ist unter den einzelnen Schultypen etwa gleich verteilt.

Etwas anders sieht das laut einer Studie zum Nutzungsverhalten von Technologien je nach Schulart (Realgymnasium, Gymnasium, Oberstufenrealgymnasium) des BIFIE Wien im Praxishandbuch aus. Hier ist es deutlich zu erkennen, dass der Anteil von technischen Hilfsmitteln im Realgymnasium mit Abstand am höchsten ist. Das Gymnasium und Oberstufenrealgymnasium schneiden dabei deutlich schlechter ab (Liebscher et al., 2013):

- | | | |
|----------------------------|-----------------------|------------|
| - Realgymnasium: | Grafiksoftware: 25,3% | CAS: 28,3% |
| - Gymnasium: | Grafiksoftware: 20,9% | CAS: 4,7% |
| - Oberstufenrealgymnasium: | Grafiksoftware: 15,3% | CAS: 13,7% |

Der Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse der Befragung ist auf jeden Fall die unterschiedliche Anzahl an befragten Schulen. Trotzdem kann man erkennen, dass sich der Einsatz von Technologie allgemein noch nicht pro Schulart eingespielt hat, sondern eher einfach pro Schulstandort. In Realgymnasien wird meistens früher mit CAS oder Grafiksoftware gearbeitet, da hier zusätzliche Mathematikstunden stattfinden und somit mehr Zeit für die Einführung einer

Technologie vorhanden ist. Manche Schulstandorte sind offener für neue Technologien und Hilfsmittel und andere möchten lieber bei der altbewährten klassischen Methode bleiben. Natürlich ist es zu wünschen, dass speziell in Oberstufengymnasien der Technologieeinsatz möglichst zu 100% in den Unterricht einzieht.

In Zukunft wird auf Grund des verpflichtenden Einsatzes von Hilfsmitteln der Einsatz von Technologien hoffentlich regelmäßig im Unterricht erfolgen. Nur der kontinuierliche Einsatz und Umgang mit den Hilfsmitteln, schafft eine Basis, sodass die SchülerInnen genügend Kompetenz im Umgang mit der Technologie erwerben. Das Praxishandbuch des BIFIE bestätigt diese Aussage, mit dem Statement, dass die Qualitätsentwicklung des Unterrichts nur dann stattfinden kann, wenn die Hilfsmittel ständig im Unterricht, zu Hause und auch bei Prüfungen verfügbar sind (Brayer et al., 2013).

2.6. FINANZIERUNG DER TECHNOLOGIE

Einige Lehrkräfte haben auch das Problem der Finanzierung der Technologien angesprochen. Der unter den Befragten beliebte Taschenrechner TI-82 Stats kostet 52€ bei Bestellung in Klassenstärke. Der Taschenrechner TI-30 XS kostet um die 15€.

Alternativ zu den Taschenrechnern werden in manchen Schulen in der Oberstufe verpflichtend Laptops im Unterricht eingesetzt.

Geht man davon aus, dass ein Kind für den verpflichtenden Technologieeinsatz passend vorbereitet werden soll, muss man mit folgenden Kosten rechnen. In den meisten Fällen startet man in der Unterstufe mit dem TI-30-XS und in der Oberstufe entweder mit einem grafikfähigen Taschenrechner oder der Anschaffung eines Laptops. Laut dem Elternverband Österreich, geben Eltern im Durchschnitt 185€ für Laptops und 35,40€ für Taschenrechner pro Schulkind aus (Elternverband). Das wären insgesamt Kosten von 220,4€ pro Kind.

Die Kosten für die Anschaffung einer Technologie sind also enorm und sicher nicht für jede Familie leicht zu bewältigen. Laut eines Befragten sind die Eltern mit

diesen Kosten nicht einverstanden und sprechen sich am meisten gegen einen grafikfähigen Taschenrechner aus, da man diesen am Ende seiner Schullaufbahn kaum noch gebrauchen kann. Bei der Anschaffung eines Laptops sind die meisten Eltern leichter zu überzeugen, da dieser auch in anderen Fächern und in der Freizeit eingesetzt werden kann. Trotzdem muss man an die hohen Kosten denken. Insbesondere kommen zusätzlich zu den Ausgaben für Technologien pro Schulkind noch durchschnittlich 150€ pro Schuljahr für Kopierkosten, Ausflüge und Arbeitsmaterialien hinzu (Elternverband). Gerade für Familien mit niedrigem Einkommen sind das große Herausforderungen besonders wenn man nicht nur ein Kind im Schulalter hat.

Ein erster Schritt in die richtige Richtung könnte das Projekt „Mobile Learning“ des BMBWF und BMVIT sein (Mobile Learning). Das Projekt startete im Herbst 2015 österreichweit. Es nahmen 94 Schulen daran teil, welche insgesamt mit 2000 Tablets für das Schuljahr 2015/16 ausgestattet werden. Unter den Schulen sind sowohl e-Learning erfahrene Schulen sowie Einsteiger-Schulen. Dabei ist geplant, dass jene Standorte mit Erfahrung, diese nützen, um den Neulingen zur Seite zu stehen. Zusätzlich zu den Leihgeräten stehen verschiedene Begleitmaßnahmen zur Verfügung wie zum Beispiel schulinterne Fortbildungsmöglichkeiten. Ziel des Projektes ist es, „den Einsatz neuer Technologien im Unterricht zu fördern bzw. zu verbreitern sowie die nachhaltige Verankerung von e-Learning an Schulstandorten zu gewährleisten“ (Mobile Learning).

Unterrichtsministerin Gabriele Heinisch-Hosek sagt zwar, „Für einen guten Unterricht ist es wichtig, eine Vielfalt an Medien zuzulassen und dabei gleichzeitig darauf zu achten, Schülerinnen und Schüler zu einem reflektierten und sinnvollen Umgang mit digitalen Medien hinzuführen. Dennoch darf dadurch kein finanzieller Druck auf die Eltern entstehen. Ich freue mich daher, dass uns das BMVIT mit der Finanzierung der Tablets unterstützt“ (Mobile Learning), jedoch ist durch das Projekt keine langfristige finanzielle Erleichterung ersichtlich. Nach einem Jahr müssen die Tablets, laut Projektbeschreibung, wieder zurückgegeben werden. Eine finanzielle Unterstützung bei der Anschaffung von Tablets an der Schule wäre wahrscheinlich eine größere Erleichterung.

2.7. GIBT ES DIE AM BESTEN GEEIGNETE TECHNOLOGIE?

Woher soll man wissen, welche dieser Technologien jene ist, für die die Zentralmatura am besten konzipiert ist? Gibt es eine Technologie, die am meisten Vorteile mit sich bringt? Sollen meine SchülerInnen mehrere technische Hilfsmittel beherrschen können? All das sind Fragen, die sich viele Lehrpersonen stellen, wenn sie an den verpflichtenden Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura ab 2017/18 denken.

Betrachtet man Geogebra, die beliebteste Technologie unter den befragten LehrerInnen, und vergleicht sie mit einem grafikfähigen Taschenrechner kann man einige Unterschiede erkennen – welche für jede Technologie Vor- und Nachteile mit sich bringt. Geogebra eignet sich auf jeden Fall am besten um Funktionen und Grafiken zu bearbeiten und zu untersuchen. Es ist ganz einfach in das Fenster hinein und hinaus zu zoomen umso die einzelnen Eigenschaften der Funktion erkennen zu können. Mit Geogebra kann sehr dynamisch gearbeitet werden. Der Stoff kann ansprechend und verständlich für die SchülerInnen visualisiert werden. Geogebra bietet außerdem eine CAS Funktion in der Gleichungen und andere algebraische Funktionen gelöst werden können.

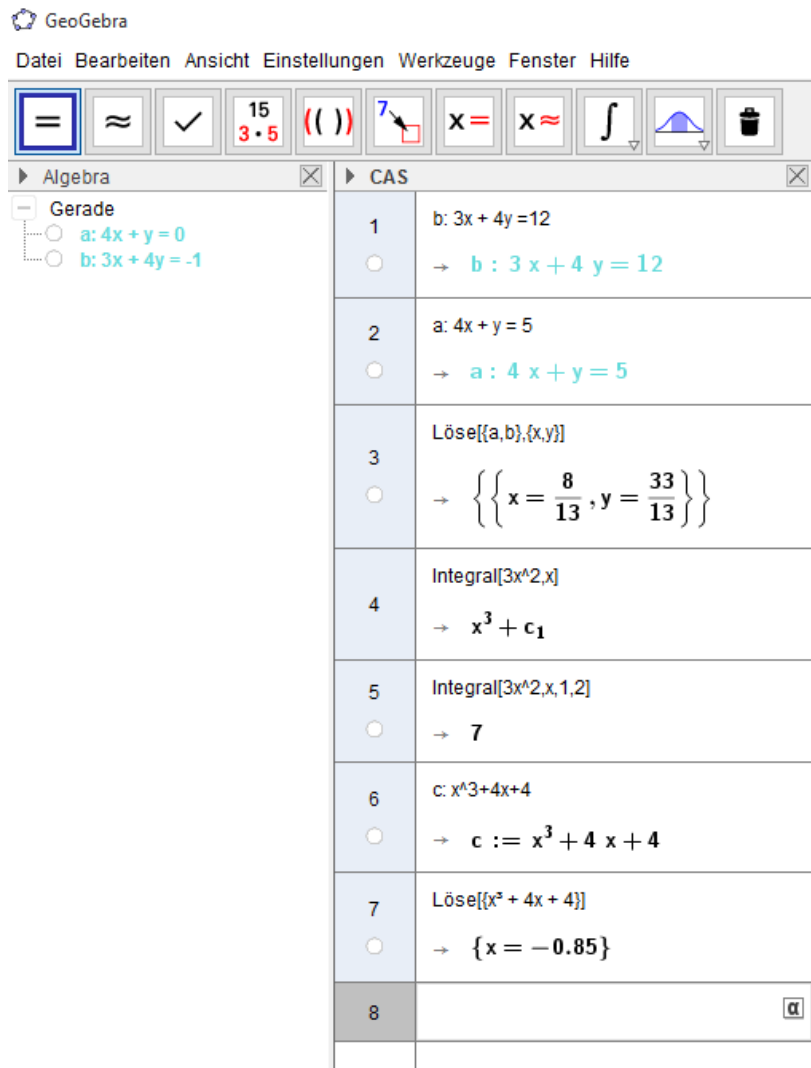
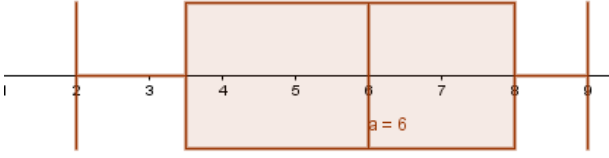
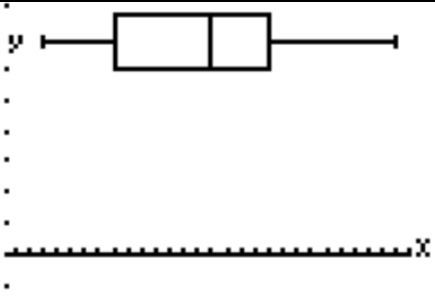


Abbildung 6: CAS Fenster Geogebra

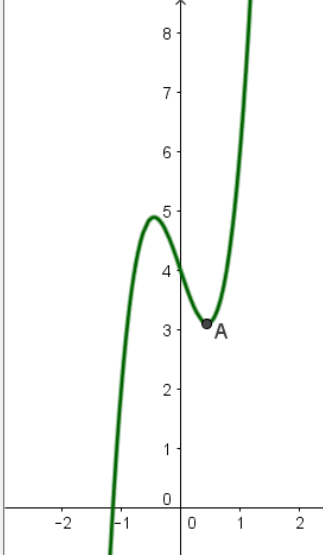
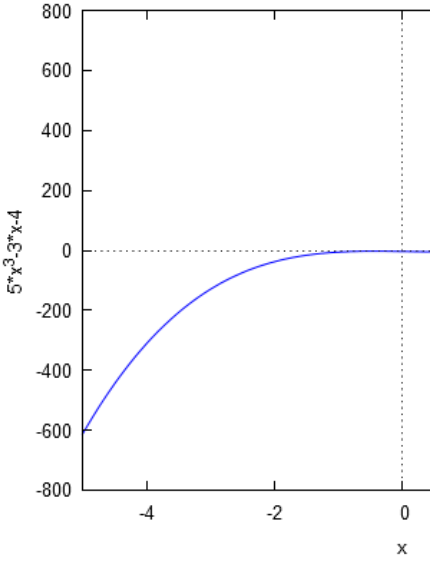
Grafikfähige Taschenrechner haben dafür den Vorteil, dass man sehr schnell mit ein paar Befehlen die Berechnungen lösen kann. In vielen Fällen reicht ein einzelner Befehl und man hat bereits die Gleichung gelöst, den Cosinus berechnet oder das Minimum einer Funktion herausgefunden. Doch ist der grafikfähige Taschenrechner überhaupt notwendig, wenn es bereits Geogebra gibt? Solche Fragen werden derzeit von vielen Lehrkräften, aber auch von Eltern in den Raum geworfen. Dabei ist zu sehen, dass eine 100% Akzeptanz für eine bestimmte Technologie derzeit auf keinen Fall vorhanden ist.

Ein weiterer Punkt, der hier noch angesprochen werden muss, ist, dass es natürlich Beispiele gibt, die mit einer bestimmten Technologie einfacher gelöst werden können als mit einer anderen. Zur Veranschaulichung werden zwei Beispiele angeführt:

- **Boxplot**

GEOGEBRA	TI 82 STAT
 <p>A boxplot on a coordinate plane. The x-axis is labeled from 1 to 9. The box starts at 4 and ends at 8, with a median line at 6. Whiskers extend from 2 to 9. The box is shaded light brown. A label 'a = 6' is placed near the median line.</p>	 <p>A boxplot on a TI 82 STAT calculator screen. The y-axis is labeled 'y' and the x-axis is labeled 'x'. The box is centered around 6, with whiskers extending from 2 to 9. There are several data points plotted below the x-axis.</p>
<p>Befehl: <i>Boxplot</i>[0, 1, {2,2,3,4,5,5,6,7,7,8,8,8,9}]</p>	<p>Befehl: Datenliste eingeben 2nd/STAT PLOT/Plot1/enter/On/ enter/ Mittellinie wählen Datenliste auswählen</p>

- **Minimum ermitteln**

GEOGEBRA	WXMAXIMA
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> $f(x) = 5x^3 - 3$ <p>Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> $A = (0.45, 3.11)$ </div> <div style="flex: 2;">  </div> </div>	<pre>(%i1) f(x) := 5*x^3 - 3*x - 4; (%o1) f(x) := -4 - 3*x + 5*x^3 (%i2) wxplot2d([f(x)], [x, -5, 5])\$ (%t2) 5*x^3 - 3*x - 4 x (%i3) ab:diff(f(x),x),ratsimp; (%o3) 15*x^2 - 3 (%i5) min:realroots(ab); (%o5) [x = -15005999/33554432, x = 15005999/33554432]</pre> 
<p>$\min(f, -2, 2)$</p>	<p>$\text{diff}(f(x), x, \text{ratsimp})$ $\text{realroots}(f'(x))$</p>

Der Rechenaufwand zwischen den beiden Technologien unterscheidet sich nicht stark. Der Unterschied liegt in der Bedienung der Hilfsmittel. Betrachtet man die verwendeten Funktionen, fällt auf, dass jene von Geogebra selbsterklärend sind. Andere Programme verwenden oft englische Funktionen zum Berechnen der Programme. Dieser Punkt wurde auch von einigen Lehrpersonen angesprochen. Sie meinten, dass Geogebra die „einfachere“ und weniger „zeitintensivere“ Variante zu einem grafikfähigen Taschenrechner ist. SchülerInnen finden sich bei der Software Geogebra sehr schnell alleine zurecht, da die meisten Funktionen selbsterklärend sind. Im Gegensatz dazu, sind die meisten grafikfähigen Taschenrechner kompliziert aufgebaut und enthalten englischsprachige und komplexe Funktionen. Deshalb finden einige Lehrpersonen, dass die Einführung von einem grafikfähigen Taschenrechner deutlich zeitintensiver als die von Geogebra ist. Im Gegensatz dazu ist der Funktionsumfang bei grafikfähigen Taschenrechnern deutlich größer als bei Geogebra – ob das aber im Schuleinsatz notwendig ist, ist diskutierbar.

Welche Programme in den jeweiligen Anwendungen vorteilhafter sind, muss jeder für sich selbst entscheiden. Es ist auf jeden Fall klar, dass jede Technologie einen anderen Lösungsweg und unterschiedliche Befehle hat.

2.8. BLICK IN DIE ZUKUNFT

Einige Schulen haben, aufgrund des verpflichtenden Einsatzes von Technologien ab 2017/18, bereits die Oberstufenklassen neu konzipiert und einen Laptop verpflichtend eingeführt. Ob dies in Zukunft in allen Oberstufen der Fall sein wird, ist derzeit noch sehr ungewiss. Da auch in anderen Schulfächern, die Matura am Laptop absolviert werden kann, ist der Laptop auch in anderen Fächern eine sehr wünschenswerte Technologie. Ab dem Schuljahr 2016/17 werden in der Sekundarstufe II die Schulbücher zusätzlich zu den Printausgaben auch in digitaler Form angeboten (digi4school). Das bedeutet, dass jede Schule ab diesem Schuljahr zusätzlich zu den Printausgaben kostenfrei die digitale Ausgabe der Schulbücher für alle Klassen zusätzlich mitbestellen kann. Das spricht gleichzeitig

auch für eine Einführung von Laptopklassen zumindest in der Oberstufe, da man den digitalen Unterricht noch besser umsetzen kann. Die Einführung von digitalen Schulbüchern soll laut dem BMFJ (E-Book BMFJ) ein weiterer Baustein sein, um den Grundsatz „Kein Kind verlässt die Schule ohne digitale Kompetenz“ des BMFJ erfüllen zu können. Dieser Grundsatz zeigt deutlich, dass der Einsatz von Technologien im Unterricht immer bedeutsamer und wichtiger wird.

Die derzeitige Situation in Wiener Oberstufen zeigt, dass es einen sehr langsamen Wandel gibt. 2 von den 8 befragten Lehrkräften gaben an, dass an ihren Schulen in den letzten Jahren die Oberstufen auf Laptopklassen umgestellt wurden. Diese Klassen führen bereits Schularbeiten am Laptop durch. Besonders in jenen Schulstufen, welche ab 2017/18 maturieren werden, wird bereits jetzt der Umgang mit Technologien in Prüfungssituationen erprobt, um anschließend bei der Zentralmatura gut vorbereitet zu sein. Dabei gaben die Lehrkräfte an, dass eine Umstellung in der 5. und 6. Klasse AHS deutlich einfacher ist, als für SchülerInnen in höheren Schulstufen.

Die Umstellung in der Oberstufe auf Laptopklassen ist in ferner Zukunft immer einfacher, da die meisten SchülerInnen ein passendes Gerät bereits besitzen. Laut einer Umfrage aus 2013 besitzen 63,52% von mehr als 7500 befragten SchülerInnen der 7. und 8. Schulstufe einen eigenen Computer mit Internetzugang. Unter den befragten SchülerInnen waren insgesamt 93 Klassen aus der 7. und 8. Schulstufe, wobei in 73 Klassen 100% der SchülerInnen einen Computer zuhause besitzen. Zusätzlich gaben 95,45% an, dass sie bereits den Computer bei Hausaufgaben verwenden (Müller, 2013). Die Befragung stammt aus dem Jahr 2013 und wegen des technologischen Fortschritts der letzten drei Jahren kann man davon ausgehen, dass die Zahlen der SchülerInnen mit eigenem Computer seither gestiegen sind. Die Geräte wären also in den meisten Fällen bereits verfügbar. Natürlich muss man zusätzlich beachten, dass auch die Anzahl der Familien mit geringem Einkommen in den letzten Jahren gestiegen ist. Deshalb gibt es auf der einen Seite jene SchülerInnen, die bereits über Geräte verfügen, auf der anderen Seite aber gleichzeitig auch einen gewissen Anteil an SchülerInnen deren Eltern nicht die finanziellen Mittel für die Anschaffung eines Laptops haben.

2.9. WIEVIEL HANDWERKLICHE RECHENKOMPETENZEN BRAUCHEN SCHÜLERINNEN NOCH?

Aufgrund des Technologieeinsatzes übernehmen die Hilfsmittel einen Großteil der Rechenarbeit der SchülerInnen. Dabei kommt die Frage auf: Wie viel handwerkliche Rechenkompetenzen brauchen unsere SchülerInnen noch? Und noch viel wichtiger: Wie viel handwerkliche Rechenkompetenzen besitzen sie nach dem Schulabschluss überhaupt noch?

Unter den Befragten ist die Meinung zweigeteilt. Die Mehrheit der Lehrkräfte findet es wichtig, dass das traditionelle Kopf- und Handrechnen erhalten bleibt. Diese Meinung wird von jenen Lehrpersonen vertreten, welche angegeben haben, nicht durchgehend eine Technologie im Unterricht zu verwenden. Jene LehrerInnen, die handwerkliche Rechenkompetenzen eher in den Hintergrund gestellt haben, finden zum Beispiel folgende handwerkliche Rechenbereiche irrelevant:

- Substitutionsmethode und Partielles Integrieren
- Ableitungsregeln
- Lösen von Gleichungen höheren Grades
- Lösen von Bruchgleichungen

Die Frage nach den notwendigen handwerklichen Rechenkompetenzen wird in der Zukunft immer wichtiger werden. Mit dem Aufkommen der Technologien im Unterricht und besonders bei der Matura, werden diese Kompetenzen immer unattraktiver werden.

Wilfried Herget, Helmut Heugl, Bernhard Kutzler und Eberhard Lehmann diskutieren in ihrem Artikel „Welche handwerklichen Rechenkompetenzen sind im CAS-Zeitalter unverzichtbar?“ genau über diese Thematik. Dabei teilen sie verschiedene Kompetenzen in drei Kategorien auf (Herget, Heugl, Kutzler, Lehmann, 2000):

- -T : bedeutet ohne technische Hilfsmittel, folgende Aufgaben können bei einer technologie-freien Prüfung gestellt werden
- +T: bedeutet mit technischen Hilfsmittel, beinhaltet jene Beispiele die bei einer technologie-freien Prüfung nicht gestellt werden sollten

- ?T: sind jene Aufgaben, bei denen unter den Autoren noch Unsicherheit bei der Zuteilung besteht

Den Autoren war es dabei sehr wichtig, dass man den Fokus nicht auf das Argument „Triviale Termumformungen sind genug“, sondern auf die Unterscheidung zwischen Ausführung der Rechnung und Entscheidung der Strategie zur Lösung der Aufgabe legt (Herget, Heugl, Kutzler, Lehmann, 2000).

Die kategorisierten Aufgaben stammen aus folgenden Bereichen:

- Arithmetik
- Brüche und Bruchterme
- Terme mit und ohne Klammer
- Lineare Gleichungen
- Quadratische Gleichungen
- Ungleichungen
- Differenzieren

Im Folgenden eine Einteilung für den Bereich der Linearen Gleichung:

Lineare Gleichungen

	-T (ohne Technologie)	?T	+T (mit Technologie)
01	Löse nach x : $x - 6 = 0$		
02	Löse nach x : $5 - x = 2$		
03	Löse nach x : $3x = 12$		
04	Löse nach x : $5x - 6 = 15$		Löse nach x : $5x - 6 = 2x + 15$
05	Löse nach y : $\frac{y}{3} = 5$		Löse nach x : $2x + 3 = \frac{4}{3}$
06	Löse nach x : $a \cdot x = 5$	Löse nach x : $a \cdot x - 6 = 15$	
07	Löse nach x : $x + 1 = x$	Löse nach x : $2(x + 1) = 2x$	
08	Löse nach x : $x + 1 = x + 1$	Löse nach x : $2(x + 1) = 2x + 2$	
09	Löse nach t : $s = v \cdot t$	Löse nach x : $K = k \cdot x + F$	
10	Löse nach r : $U = 2r\pi$		
11	Löse nach x : $ x = 1$		

Abbildung 7: Einteilung nach Technologiebedarf

Die Grundlagen der Linearen Gleichungen sollen SchülerInnen beherrschen können, sobald aber etwas komplizierte Umformungen oder mehrere Koeffizienten

mit der Unbekannten vorkommen, soll auf die Technologie zurückgegriffen werden. Besonders wichtig empfinden die Autoren die Gleichung 11, da Betragsfunktionen oft als Ergebnis beim CAS herauskommen und so die SchülerInnen lernen wie sie mit dem Betrag umgehen müssen. Eine weitere wichtige Gleichung ist die Nummer 6, da CAS nicht die notwendigen Fallunterscheidungen durchführen und es ansonsten zu einem falschen Ergebnis kommt (Herget, Heugl, Kutzler, Lehmann, 2000). Die Gleichung 5 (+T) ist nur eine Spur herausfordernder als zum Beispiel Gleichung 4 (-T), deshalb wäre es diskutierbar, ob es nicht auch händisch lösbar sein sollte. Man müsste die gesamte Gleichung nur mit 3 multiplizieren und erhält die „einfache“ Form der linearen Gleichung. Bereits in einer von insgesamt sieben Kategorien, gibt es schon erste Beispiele die diskutierbar in der Einteilung sind.

Jede Lehrperson wird darüber ihre eigene Meinung haben und manche Punkte wichtiger/unwichtiger empfinden. Es wäre daher sehr sinnvoll im Lehrplan darauf hinzuweisen, welche Kompetenzen im klassischen Handrechnen die SchülerInnen trotz Einsatz von Technologien noch besitzen sollen und in welchen Fällen es ausreicht auf die Hilfsmittel zurückzugreifen.

Durch den Einsatz von Technologien ist es klar ersichtlich, dass einige handwerkliche Rechenkompetenzen verloren gehen werden. Ansonsten wäre keine Zeit im Unterricht um die Technologie einzuführen und auch richtig bedienen zu können. Kompetenzen im Umgang mit Technologien werden einige Rechenkompetenzen ablösen.

Ein bisher unbeachteter Blickwinkel ist aber noch, dass die Technologie in manchen Fällen algebraische Kompetenzen der SchülerInnen erwartet. Ein Beispiel dafür ist die Suche nach der passenden Termumformung beim Differenzenquotienten. Diese wird zwar von der Technologie ausgeführt, jedoch muss sie von den Lernenden gewählt werden. Die Umformungen erfolgen in den meisten Fällen Befehl für Befehl und nicht mittels eines Befehls. Daher müssen die SchülerInnen genügend Kompetenzen im algebraischen Bereich besitzen, um sich für die korrekten Befehle zur Termumformung entscheiden zu können (Brayer et al., 2013).

Eine sehr wichtige Folge dieser Änderung der Rechenkompetenzen der zukünftigen MaturantInnen, sollte eine Umstellung an den Universitäten sein. Derzeit wird an der Universität von den StudienbeginnerInnen erwartet, dass sie ausreichende Kompetenzen im handwerklichen Rechnen haben. Bei Prüfungen sind oftmals gar keine Taschenrechner erlaubt, in Ausnahmefällen ist der einfache TI 30-XS zugelassen. Universitäten müssten sich also darauf einstellen, dass die zukünftigen StudentInnen Kompetenzen im Umgang mit Technologien haben, aber dafür weniger handwerkliches Rechnen beherrschen. Wenn die Universitäten mit dieser Umstellung nicht mitgehen, wird der Studienanfang noch herausfordernder, als er meistens schon ist. Die StudentInnen müssen erst die händischen Lösungsmethoden erlernen. Die zuvor erlernten technischen Kompetenzen wären dann sinnlos. Die Universitäten müssten sich also an die neuen Anforderungen bei der Zentralmatura anpassen, da die MaturantInnen ihre zukünftigen StudentInnen sind. Ein Beispiel dafür ist der im Artikel „Self-Assessment-Test-Mathematik für Studierende der Physik an der Universität Wien“ von Franz Embacher (Embacher, 2014) vorgestellte Einstufungstest in Mathematik für StudienanfängerInnen. In folgender Abbildung sind jene Prozentanteile der Studierenden angegeben, welche in den einzelnen Themengebieten, weniger als die Hälfte der zu erreichenden Punkte erzielten.

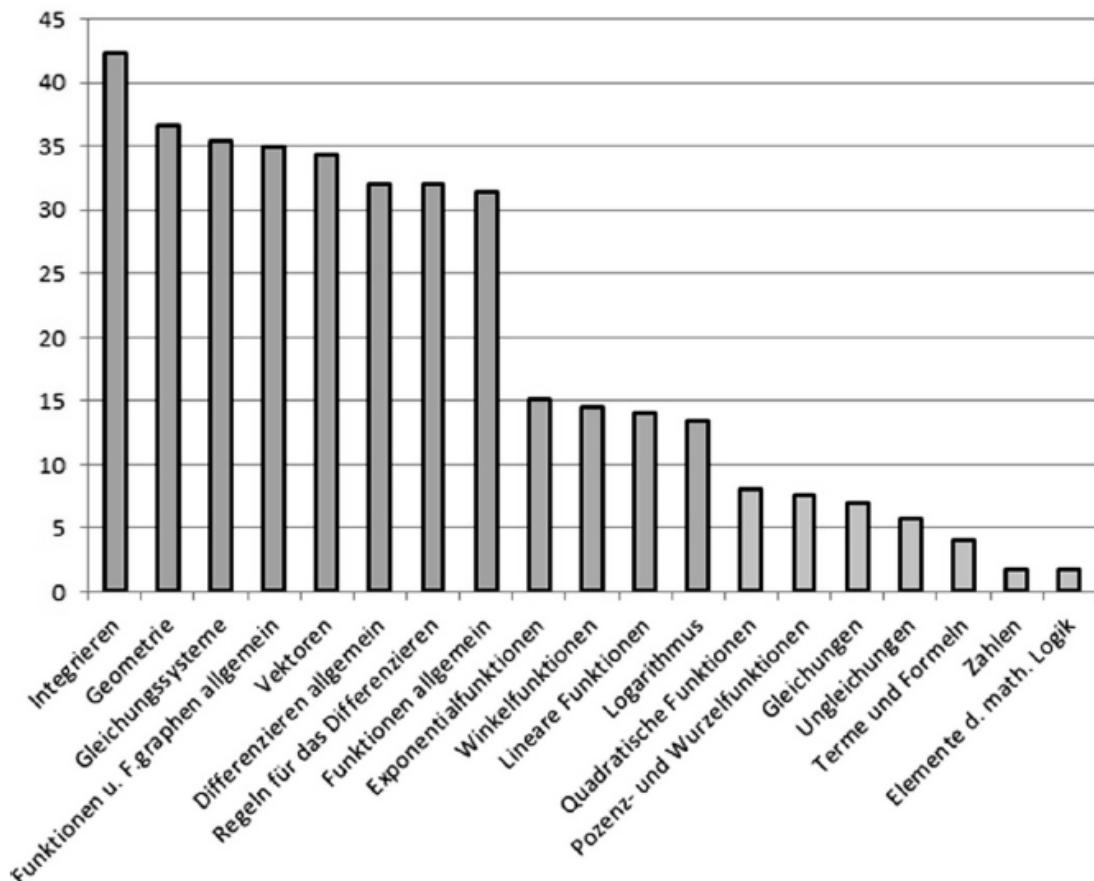


Abbildung 8: Anteil der TestteilnehmerInnen welche im Themengebiet weniger als die Hälfte der erreichbaren Punkte erzielten

Während in den meisten Problemfeldern viele theoretische Fragen abgeprüft worden sind, wurden zum Beispiel im Bereich Zahlen auch konkrete Bruchumformungen gefragt. Die Theoriefragen haben nur wenig mit der Thematik Technologie zu tun, jedoch fallen Bruchumformungen, Lösen von Gleichungen und Ungleichungen, Terme und Formeln und Integrieren/Differenzen in den Bereich der handwerklichen Rechenkompetenzen. Erschreckend ist die Tatsache, dass laut Embacher jene zwei der am häufigsten falsch beantworteten Fragen einfache Bruchumformungen waren. Diese wären mit einer durchschnittlichen Kompetenz im Rechnen mit Brüchen leicht zu lösen gewesen (Embacher, 2014):

1. Themenbereich 1: Zahlen/Unterabschnitt 4/Frage 4

(0,6 % richtige Antworten, absolut: 1):

Eine Antwort ist richtig: $\frac{6}{7} = \frac{3}{3}$

Antwortmöglichkeiten: $\frac{42}{3}, \frac{18}{7}, \frac{2}{7}$ (richtige Antwort).

2. Themenbereich 1: Zahlen/Unterabschnitt 5/Frage 5

(2,3 % richtige Antworten, absolut: 4):

Mehrere Antworten können richtig sein: $\frac{1}{3} - \frac{1}{2} =$

Antwortmöglichkeiten: $\frac{1}{5}, \frac{1}{6}, -\frac{1}{5}, -\frac{1}{6}$ (richtige Antwort).

Abbildung 9: Beispiele des Self-Assesment Test Physik

Embacher sagt, dass die Verteilung der Problemfelder in den unterschiedlichen Themenbereichen sich mit der Zentralmatura verändern wird (Embacher, 2014). Das unterstützt meine Aussage, dass sich die Universitäten auf die Umstellung der Anforderungen bei der Zentralmatura umstellen müssen.

2.10. TECHNOLOGIEEINSATZ ZUR FÖRDERUNG DES LERNERTRAGS

Die Förderung des Lernertrags durch den Technologieeinsatz wurde nur selten von den Lehrkräften angesprochen. Dazu passende Argumente waren nur, dass durch diese Unterstützung schwächere SchülerInnen weniger Rechenfehler machen und die Visualisierung der Lerninhalte.

Im Praxishandbuch des BIFIES werden drei grundlegende Punkte im Zusammenhang mit Lernertrag und Technologieeinsatz angeführt (Liebscher et al., 2013):

- Entlastung der SchülerInnen vom mechanischen Operieren und mehr Raum für Verständnis der Mathematik.
- Visualisierung der Inhalte zur Förderung des Verständnisses der SchülerInnen.
- Mathematische Zusammenhänge erkennen durch interaktive Elemente und Simulation.

Die Visualisierung von mathematischen Inhalten fördert nachweislich den Erwerb von nachhaltigen Kompetenzen (Liebscher et al., 2013). Ein sehr einfaches Beispiel dazu wird im Praxishandbuch des BIFIE angeführt – nämlich die Lösung einer quadratischen Funktion. In einer Untersuchung wurde festgestellt, dass ein grafischer Lösungsweg am effektivsten ist. Eine Lösung über die bekannte Formel schneidet dabei schlechter ab. Die genaue Angabe lautete (Liebscher et al., 2013):

„Gegeben ist die quadratische Gleichung $x^2 + p \cdot x + q = 0$ mit $p, q \in \mathbb{R}$. Diese Gleichung kann in \mathbb{R} entweder a) zwei Lösungen, b) genau eine oder c) keine Lösung haben. Erkläre unter welchen Bedingungen diese Lösungsfälle jeweils eintreten.“

Die SchülerInnen durften selbst bestimmen, welchen Lösungsweg sie wählen. Es waren folgende möglich: graphisch, über die Diskriminante und über die bekannte Formel. Die beliebteste Lösungsmethode war dabei, die Lösung über die Diskriminante (57%). Die graphische Lösung wurde dabei von nur 5% gewählt. Der Anteil der richtigen Lösungen lag bei dem Zugang über die Diskriminante nur bei 78% und somit hinter den 86% der richtigen Lösungen mittels der graphischen Lösung.

Durch Visualisierung können bessere Leistungen erzielt werden. Das ist, laut dem Bericht im Praxishandbuch des BIFIE, auf das elaborierte Lernen zurückzuführen, welches durch die Veranschaulichung angeregt wird.

Geogebra wird von den Lehrkräften sehr gerne zur Veranschaulichung von neuen Inhalten verwendet. Beliebte Inhalte dafür sind zum Beispiel: Anstieg der Tangente, Zeichnen von Funktionsgraphen, Ober- und Untersummen, Wahrscheinlichkeitsrechnung. Bei der Veranschaulichung wird Geogebra nur auf dem Lehrer PC verwendet. Via Beamer können die SchülerInnen den Arbeitsprozess mitverfolgen. In den Interviews wurde öfters erwähnt, dass es gerade schwachen SchülerInnen leichter fällt, den Stoff zu verstehen, nachdem er graphisch mittels Geogebra visualisiert wurde. Ein sehr gutes Beispiel hierzu ist zum Beispiel der Anstieg der Tangente. Man erkennt die Veränderung sehr einfach, indem man mit dem Mauszeiger dem Funktionsverlauf folgt.

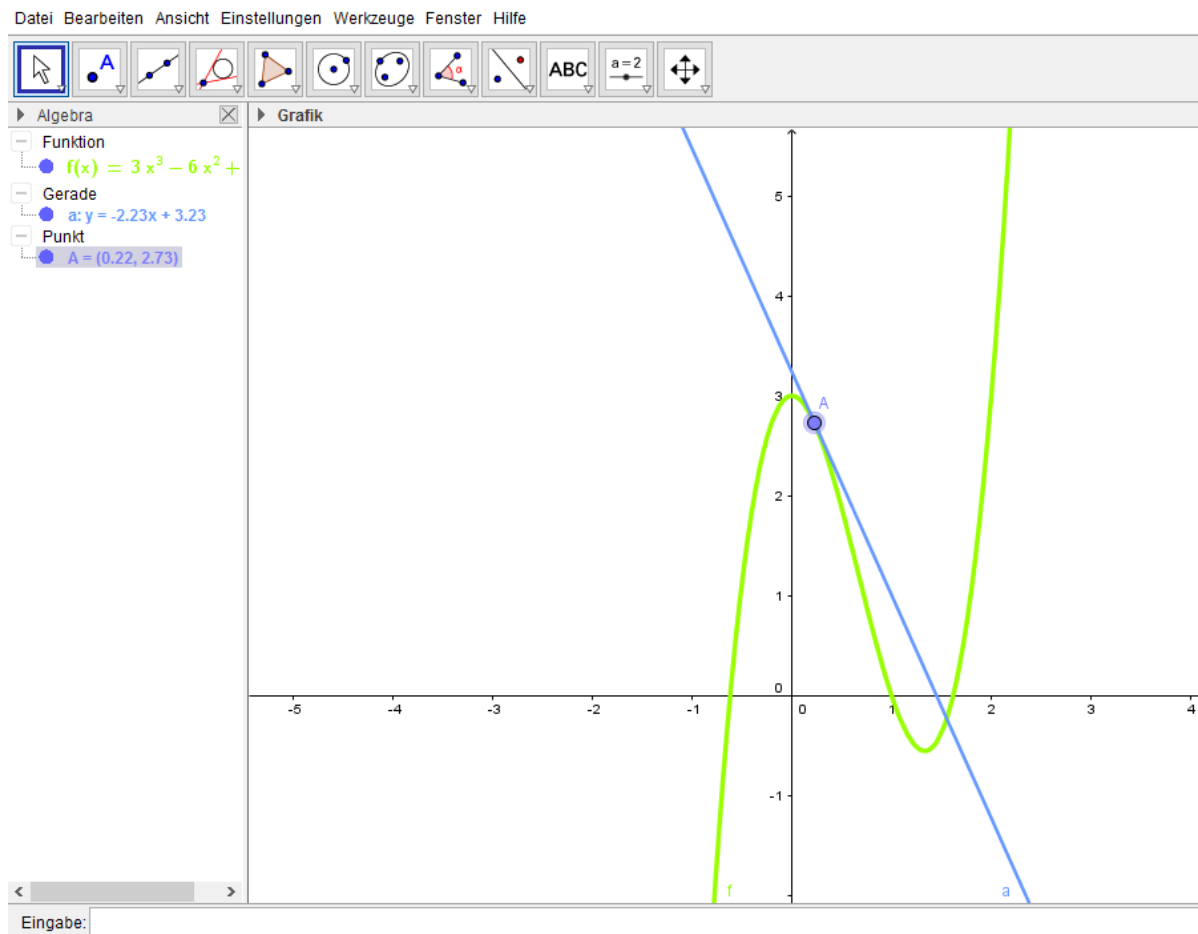


Abbildung 10: Tangentensteigung in Geogebra

Ein weiterer Punkt zur Förderung des Lernertrages durch den Einsatz von Technologien ist die Auslagerung von Operationen. Durch den dadurch geschaffenen Raum, bleibt mehr Zeit für Interpretationen, Modellierungen und Argumentationen. Diese Handlungen sind gerade für die Zentralmatura sehr wichtig (Brayer et al., 2013).

Auch die Möglichkeit der Interaktivität von Elementen trägt zum besseren Verständnis der SchülerInnen bei (Liebscher et al., 2013). Die Technologien werden dabei verwendet, um zum Beispiel Größen gezielt zu variieren und dabei die Veränderungen zu beobachten (Aumayr, 2015). Geeignete Angaben für das entdeckende Lernen mittels Technologie sind zum Beispiel Aufgaben zu Wachstumsprozessen. Dabei werden die Werte einfach in einer Tabelle eingetragen. Parallel dazu kann man das Ergebnis graphisch visualisieren und durch die Veränderung der Werte, den Zusammenhang einfacher erkennen.

Experimente wirken gleichzeitig motivierend und steigern somit das Interesse der SchülerInnen (Aumayr, 2015).

Meine Untersuchung hat jedoch gezeigt, dass bei vielen Lehrpersonen dieser zusätzlich geschaffene Raum bisher noch nicht aufgetreten ist. Dieser Vorteil wird erst aktiv eintreten, sobald der Einsatz von technischen Hilfsmitteln im Unterricht genau erprobt und routiniert ist. Davor nehmen Dinge wie die richtige Einführung der Technologie, Umstellung der Unterrichtssequenzen und die Anpassung an den gewohnten Unterricht zu viel Zeit in Anspruch. Auch die Zeit um im Unterricht mit der Technologie entdeckendes Lernen durchzuführen ist bisher laut den befragten Lehrpersonen noch nicht wirklich gegeben. Bei den 2 von 8 Schulen, in denen in der Oberstufe Laptopklassen eingeführt worden sind, ist laut einer Lehrperson genügend Zeit für experimentelle Versuche im Unterricht um den Lerninhalt auf diese Weise verstehen zu können. Die andere Lehrkraft gab an, dass sie es schade findet, dass durch den Einsatz von Technologien vertiefende Inhalte der Mathematik und entdeckendes Lernen zu kurz kommen.

2.11. ZEITPUNKT DER EINFÜHRUNG EINER TECHNOLOGIE

Durch das vermehrte Aufkommen von Technologie im Unterricht, stellt sich die Frage, wann man am besten mit der Einführung einer Technologie im Unterricht beginnt. Unter den Lehrpersonen haben sich dabei zwei Zeitpunkte herauskristallisiert: ab der Unterstufe beginnend mit der ersten Klasse Gymnasium oder ab der Oberstufe. Genannte Gründe für die frühe Einführung in der Unterstufe waren:

- Mehr Zeit für sinnvollere Tätigkeiten im Unterricht.
- Zur Vertiefung der bereits erlernten Inhalte.
- Computer wird immer allgegenwärtiger im Unterricht.

Gleichzeitig zu den angeführten Gründen wurden aber auch bestimmte Voraussetzungen genannt, die notwendig für eine erfolgreiche Einführung in den Umgang mit Technologien sind. Die Technologie soll dabei nur als Unterstützung beim Rechnen und Operieren angesehen werden und nicht als Ersatz für das

händische Rechnen. Mehrere Lehrpersonen gaben an, dass die SchülerInnen zum Zeitpunkt der Einführung der Technologie bereits einen „Number Sense“ entwickelt haben müssen. Darunter versteht man ein Zahlenverständnis, welches sich bei Kindern durch aufeinanderfolgende Stufen entwickelt (Kirchberg, 2015):

- **Subitizing im Babyalter**

In diesem Entwicklungsschritt können Babys im Alter von 5 Monaten, bereits vier Objekte gleichzeitig erkennen ohne dabei zählen zu müssen.

- **Zählen als abstraktes Verfahren erkennen (~ 2,5 Jahre)**

- **Reihenfolge beim Zählen erkennen (~ 3,5 Jahre)**

- **Erkennung, dass es keine feste Zahlenkette gibt (~ 4 Jahre)**

- **Entwicklung eines kardinalen Rechenverständnisses**

Dabei wird ein Verständnis dafür entwickelt, dass sich alle Zahlen aus Einsen zusammensetzen. Es findet eine Abstraktion statt. Die Kinder verstehen, dass man eine Zahl aus mehreren Einsen bilden kann, aber noch nicht, dass diese Zahl auch in der nächstgrößeren Zahl enthalten ist.

- **Verinnerlichung des Teile-Ganzen-Konzept**

In diesem Schritt versteht das Kind bereits, dass eine kleinere Zahl auch in einer größeren Zahl enthalten sein kann. Zum Beispiel besteht die 7 nicht nur aus einzelnen Einsen, sondern ist auch in der 9 enthalten. Dieser Schritt wird auch als Inklusionsbeziehung bezeichnet. Hat das Kind diesen Schritt verstanden, ist die Grundlage, für die Rechenleistung geschaffen.

Der Number Sense sollte bereits im Volksschulalter entwickelt sein, da es sonst fast unmöglich ist, ohne Schwierigkeiten, einfache Rechenarbeiten zu verstehen. Bestätigt wird diese Aussage von Steffen Kirchberg, indem er sagt, dass man, um richtig rechnen zu können, ein kardinales Zahlenverständnis entwickelt haben muss (Kirchberg, 2015).

Der Einstieg in die Technologie ab der 1.Klasse hängt also, laut einem Teil der Befragten, mit der Entwicklung des Number Sense zusammen. Die Lehrkräfte gaben an, dass man die Technologie in erster Linie als Unterstützung zur

Visualisierung von Themen nutzt. Beispiele dafür sind zum Beispiel die besonderen Punkte im Dreieck, Beweise von Flächeninhalten und Statistik.

Auf der anderen Seite bevorzugt ein größerer Anteil der Befragten, die Einführung der Technologie in der Oberstufe. In der Unterstufe, reicht laut den Lehrkräften, ein einfacher Taschenrechner. Folgende Gründe wurden für die Einführung in der Oberstufe genannt:

- Gewisse Fertigkeiten sollte man auch ohne Technologie im Unterricht durchführen.
- Technologie gilt als zusätzliche Unterstützung bei anspruchsvolleren Beispielen, welche erst in der Oberstufe interessant sind.
- Technologie im Hinblick auf die Zentralmatura (diese wird erst in der Oberstufe in das Blickfeld gerückt).
- SchülerInnen müssen kompetent sein, die Technologie richtig zu beherrschen.

Die Gründe der Lehrpersonen für die Einführung in der Oberstufe klingen sehr plausibel. Auch die Autoren aller Schulbücher, welche sich auf den Technologieeinsatz fokussiert haben, sind anscheinend derselben Meinung. Alle Unterlagen für den Unterricht sind erst ab der 9.Schulstufe erhältlich:

- Prinz: Mathematik verstehen 5 Casio. Technologietraining.
- Heugl: Mathematikunterricht mit Technologie.
- Ableitinger et al.: Mathematik verstehen 5 Technologietraining.

Betrachtet man die Lehrpläne der AHS Unterstufe und Oberstufe in Mathematik, sieht man einen Unterschied im Umfang vom Technologieeinsatz. Im Lehrplan der Unterstufe steht, dass SchülerInnen „verschiedene Technologien (z.B. Computer)“ einsetzen können sollen (Lehrplan AHS Unterstufe). Betrachtet man im Gegensatz dazu den Lehrplan der AHS Oberstufe fällt sofort ein Absatz auf. Darin steht, dass „Technologien wie Computeralgebra-Systeme, dynamische Geometrie-Software oder Tabellenkalkulationsprogramme“ im Mathematikunterricht unverzichtbar sind (Lehrplan AHS Oberstufe). Weiteres ist eine „minimale Realisierung“ vorgesehen, in der zumindest die verschiedenen Programme kennengelernt werden sollen und diese gelegentlich eine Rolle im Unterricht spielen sollen (Lehrplan AHS Oberstufe).

Der regelmäßige Einsatz von Technologien ist also spätestens in der Oberstufe einzuführen. Die Technologie hat in der Ober- und Unterstufe unterschiedliche Bedeutungen. Für die Unterstufe dient sie in erster Linie zur Visualisierung und Veranschaulichung von Themen. Dabei kann man noch nicht wirklich von einem praktischen Einsatz von Technologien sprechen. Eine praktische Anwendung erfolgt hauptsächlich erst in der Oberstufe. Dabei nützen die SchülerInnen die technischen Hilfsmittel aktiv bei der Aufgabenlösung. Hier kann man von einem praktischen Einstieg in die Technologie in der Oberstufe sprechen. Natürlich ist es vorteilhaft, auch schon in der Unterstufe den SchülerInnen zumindest die Programme vorzustellen.

3. LEHRKRÄFTE

3.1. UNSICHERHEIT UNTER DEN LEHRKRÄFTEN

Die Unsicherheit unter den Lehrkräften betrifft nicht den Bereich der Kompetenzen sondern die Zusammenstellung der Zentralmaturaangaben selbst. Folgende grundlegende Fragen wurden aufgeworfen:

- Wird es für jedes Beispiel eine bestimmte zugewiesene Technologie geben mit der das Beispiel gelöst werden muss?
- Wird die Abgabe der Beispiele über die jeweilige Software (z.B. Geogebra) erfolgen oder ist die Software nur eine Unterstützung?
- Werden die Grundkompetenzen überhaupt noch abgefragt?
- Welchen Schwierigkeitsgrad werden die Beispiele haben?

Das BIFIE hat bisher noch keine konkreten Angaben über die neue Zentralmatura mit verpflichtendem Technologieeinsatz veröffentlicht. Deshalb ist es schwierig, auf alle diese Fragen eine Antwort zu finden. Noch schwieriger ist es, sich auf diese Umstellung vorzubereiten. Die einzige Möglichkeit sich sinnvoll darauf einzustellen ist, dass man eine bestimmte Technologie auswählt und diese den SchülerInnen vermittelt. Der Umfang der einzelnen Technologien ist enorm. In unterschiedlichen Schulbüchern, welche speziell für den Technologieeinsatz umgeschrieben worden sind, werden unterschiedlichste Technologien angeboten:

- *Prinz: Mathematik verstehen 5 Casio. Technologietraining.* (Prinz, 2015)
Hier wird mit dem Casio Class Pad gearbeitet. Im Buch sind Schritt für Schritt Lösungswege für einzelne Beispiele gegeben.
- *Heugl: Mathematikunterricht mit Technologie.* (Heugl, 2014)
In diesem Buch gibt es Aufgabenstellungen welche sowohl mit als auch ohne Technologie gelöst werden können. Es gibt konkrete Beispiele die mittels Geogebra oder dem TI Nspire gelöst worden sind.
- *Ableitinger et al.: Mathematik verstehen 5 Technologietraining.* (Ableitinger et al., 2014)

In dieser Version von Mathematik Verstehen wird ausschließlich mit Geogebra gearbeitet. Auch hier sind für die meisten Beispiele Lösungswege gegeben.

Im Praxishandbuch Mathematik AHS Oberstufe des BIFIE (Liebscher et al., 2013) steht, dass es durch den verpflichtenden Einsatz von Technologie bei der Zentralmatura Beispiele geben wird, welche ausschließlich mit entsprechender Technologie zu lösen sind (Liebscher et al., 2013). Das bedeutet, der Technologieeinsatz im Unterricht wird in Zukunft unverzichtbar sein. Genauere Angaben zum Aufbau der Beispiele und zu den empfohlenen Technologien sind aber auch hier nicht gegeben. Dadurch ist auf jeden Fall klar, dass der verpflichtende und auch regelmäßige Einsatz von technologischen Hilfsmitteln schon früh im Unterricht erprobt werden sollte.

In einigen deutschen Bundesländern gibt es bereits seit mehreren Jahren eine Zentralmatura mit verpflichtendem Technologieeinsatz. Die Beispiele der österreichischen Zentralmatura könnten also ähnlich aussehen. Im Folgenden ein Beispiel aus einem Zentralabitur aus 2012 (Heinrich, 2014):

Beispiel aus der Abiturprüfung 2012:

Aufgabe B 1

Betrachtet wird ein 200 m langer geradlinig verlaufender Abschnitt eines Hochwasserschutzdammes.

Sein Querschnitt kann in einem kartesischen Koordinatensystem (1 Längeneinheit entspricht 1 Meter) dargestellt werden. Dieser Querschnitt wird im gesamten Abschnitt näherungsweise

durch den Graphen der Funktion f mit $y = f(x) = \left(\frac{1}{20} \cdot x^2 - \frac{9}{5}\right)^2$ ($x \in \mathbb{R}, x_A \leq x \leq x_B$) und die Abszissenachse begrenzt (siehe Abbildung).

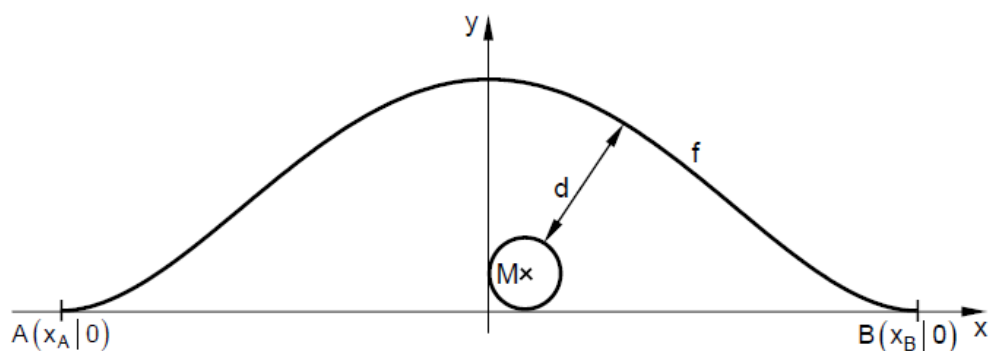


Abbildung (nicht maßstäblich)

1.1 Geben Sie die Breite und die Höhe dieses Dammes an.

Ermitteln Sie den größten Steigungswinkel des Dammes.

Erreichbare BE-Anzahl: 4

1.2 Im betrachteten Abschnitt soll auf der gesamten Oberfläche des Dammes die Grasnarbe erneuert werden.

Ermitteln Sie, für wie viele Quadratmeter Grassamen bestellt werden müssen.

Erreichbare BE-Anzahl: 3

1.3 Der Grassamen wird in zwei unterschiedlichen Qualitäten (erste und zweite Wahl) angeboten. Der Hersteller gibt für die Grassamen erster Wahl eine Keimgarantie von 95 % und für die Grassamen zweiter Wahl eine Keimgarantie von 80 % an.

Ein Gartenbaubetrieb erhält vom Hersteller eine unbeschriftete Probepackung Grassamen. Der Hersteller behauptet, dass diese Grassamen von erster Wahl sind.

Der Gartenbaubetrieb will in einer Stichprobe von 100 ausgesäten Grassamen die Nullhypothese H_0 mit $p_0 = 0,95$ gegen die Alternativhypothese H_1 mit $p_1 = 0,80$ testen, indem er prüft, wie viele Grassamen von den 100 ausgesäten Samen keimen.

Ermitteln Sie für den Ablehnungsbereich \bar{A} der Nullhypothese von $\bar{A} = \{0; \dots; 90\}$ die Wahrscheinlichkeiten für die Fehler 1. und 2. Art.

Erreichbare BE-Anzahl: 4

1.4 Grassamen wird in Tüten angeboten. Bestimmt man von diesen Tüten mit Grassamen jeweils die Masse, dann sind diese Massen annähernd normalverteilt.

Für Tüten mit Grassamen erster Wahl ergibt sich für die Masse einer Tüte mit Grassamen der Erwartungswert $\mu_1 = 3\,000$ g und die Standardabweichung $\sigma_1 = 30$ g.

Geben Sie die Wahrscheinlichkeit dafür an, dass die Masse m einer zufällig ausgewählten Tüte mit Grassamen erster Wahl im Intervall $2\,980\text{ g} \leq m \leq 3\,020\text{ g}$ liegt.

Für Tüten mit Grassamen zweiter Wahl ergibt sich für die Masse einer Tüte mit Grassamen der Erwartungswert $\mu_2 = 3\,000\text{ g}$ und die Standardabweichung σ_2 . Mit einer Wahrscheinlichkeit von 58 % beträgt die Masse einer zufällig ausgewählten Tüte mit Grassamen zweiter Wahl mindestens $2\,990\text{ g}$.

Ermitteln Sie die Standardabweichung σ_2 .

Erreichbare BE-Anzahl: 4

- 1.5 Eine Rohrleitung mit einem Außendurchmesser von 1 Meter verläuft im Innern des Dammes (siehe Abbildung).

Im Querschnitt hat der die Rohrleitung darstellende Kreis den Mittelpunkt $M(0,5 | 0,5)$. Ermitteln Sie den minimalen Abstand d der Rohroberfläche zur Profillinie der Dammoberfläche.

Erreichbare BE-Anzahl: 3

- 1.6 Für Werte a und b ($a, b \in \mathbb{R}; a > 0; b > 0$) begrenzen der Graph der Funktion $f_{a,b}$ mit

$f_{a,b}(x) = \left(\frac{1}{a} \cdot x^2 - b\right)^2$ ($x \in D_{f_{a,b}}$) und die Abszissenachse den Querschnitt eines Dammes.

Beschreiben Sie ein Verfahren zum Nachweis dafür, dass der Graph jeder dieser Funktionen die Abszissenachse als Tangente hat.

Ermitteln Sie die Werte für a und b so, dass der Damm eine Höhe von 4 m und eine Breite von 8 m besitzt.

Erreichbare BE-Anzahl: 6

Abbildung 11: Beispiel aus Zentralabitur 2012

Heinrich schreibt in seinem Artikel, dass bei der Auswahl der Abiturbeispiele die Vernetzung von unterschiedlichen mathematischen Teilgebieten sehr wichtig ist. Es ist auffällig, dass dabei kein Beispiel einem bestimmten Thema (Kegelschnitt, Analysis) zugeordnet ist. Bei der Lösungsanforderung der Beispiele wird nicht explizit erwähnt, dass ein Schüler ein bestimmtes Beispiel mit Hilfe einer Technologie lösen muss oder nicht. Erst in der Darstellung der Lösung erkennt die Lehrperson, ob das Beispiel graphisch oder mittels eines CAS gelöst worden ist (Heinrich, 2014).

Das Beispiel dient nur zur Veranschaulichung einer möglichen Angabe für ein Beispiel bei der Zentralmatura mit verpflichtendem Technologieeinsatz. Es kann gut möglich sein, dass die Beispiele der Zentralmatura ab 2017/18 ähnlich

aussehen. Konkrete Angaben gibt es leider nicht, daher könnten die Angaben auch total unterschiedlich zu den angeführten Beispielen sein.

3.2. DER FAKTOR ZEIT

Genügend freie Zeit im Unterricht für Inhalte, die nicht im Lehrplan stehen – eine Traumvorstellung für die meisten Lehrkräfte. In den durchgeführten Interviews, gaben alle Lehrkräfte an, dass sie auch schon ohne Einführung von Technologien Schwierigkeiten haben den Stoff durchzubringen. Der Einsatz der Technologien selbst stellt aber für 60% der Befragten eine Zeitersparnis dar. Diese Lehrkräfte sehen den Einsatz von Hilfsmitteln in vielen Situationen als eine Erleichterung im Unterricht:

- Umgehen von langwierigen Rechenwege (Kurvendiskussion, Lösen von Gleichungen vom Grad > 3 , ...)
- Geringere Fehleranfälligkeit besonders bei schwächeren SchülerInnen
- Schnelle Anfertigung von Skizzen
- Besseres Verständnis der SchülerInnen durch Visualisierung (Merkmale bei der Kurvendiskussion, Wahrscheinlichkeitsbegriff, ...)
- Förderung von Dynamischem Denken der SchülerInnen

Dr. Rainer Heinrich erwähnt in seinem Artikel „Zeitgemäßer Mathematikunterricht und zentrale Matura – passt das zusammen?“ ebenfalls Situationen im Unterricht, welche durch den Einsatz von Technologien erleichtert werden. Dabei werden zusätzlich zu den bereits genannten noch weitere Punkte erwähnt (Heinrich, 2014):

- Steigerung der Motivation der SchülerInnen
- Aufgaben auf verschiedene Wege mit unterschiedlichen Strukturen lösen
- Unterstützung von fächerverbindendem Arbeiten
- Entdeckendes Lernen und Experimentieren ermöglichen
- Realitätsnahe Anwendungen ermöglichen

Die beiden letzten Punkte wurden von einigen Lehrkräften zwar bestätigt, aber gleichzeitig auch kritisiert. Aufgrund des enormen Zeitaufwands für die Einführung der Technologie und dem Zeitdruck den gesamten Stoff im Schuljahr

unterzubringen, bleibt kaum Zeit um sich mit den Inhalten besonders intensiv zu beschäftigen. Für kreative Auseinandersetzungen mit Themen wie zum Beispiel Entdeckendes Lernen und Experimentieren bleibt deshalb sehr wenig Zeit und wird in den meisten Fällen im Unterricht leider nicht angewandt.

Seit Jahren kämpfen viele Lehrkräfte damit, den gesamten angeforderten Stoff des Lehrplans im Schuljahr unterzubringen. Gerade durch die Zentralmatura, ist der Druck auf die Lehrer noch größer geworden, die geforderten Inhalte in ihrem Unterricht durchzunehmen. Die Einführung einer Technologie benötigt zusätzliche Zeit – Zeit, die den meisten Lehrkräften bereits vor dem verpflichtenden Einsatz von Technologien gefehlt hat. Auch wenn man zum Zeitpunkt der allgemeinen Einführung der Technologie, das zukünftige Programm oder Gerät erklärt, benötigt man pro neuem Themenkreis wieder Zeit um neue Befehle und Funktionen vorführen zu können. Bei den befragten Lehrkräften kristallisierten sich zwei mögliche Reaktionen auf dieses Problem heraus: Auf der einen Seite versuchen einige Lehrkräfte, aufgrund des beständigen Zeitmangels, die Technologie nur im notwendigsten Fall einzusetzen. Folgen davon sind natürlich, dass die Hilfsmittel nicht ausreichend im Unterricht angewandt werden und die SchülerInnen nicht genügend für die Matura vorbereitet sind. Auf der anderen Seite setzen manche Lehrkräfte zwar die Technologien regelmäßig im Unterricht ein, jedoch werden neue Begriffe und Funktionen nur kurz erwähnt und eine Art „Kochrezept“ zur Lösung von Beispielen erstellt. Betroffene Lehrpersonen geben an, dass ihnen bewusst ist, dass die SchülerInnen dadurch zwar wissen, wie man zur Lösung kommt, jedoch nicht verstehen, was eigentlich genau abläuft wenn bestimmte Befehle eingegeben werden. Folgen davon sind ein stupides Eintippen einfachster Rechnungen ohne das Ergebnis richtig interpretieren zu können.

Viele befragte Lehrkräfte sehen deshalb ein großes Problem, da sie zu dem bestehenden Zeitdruck zusätzlich eine Verschärfung der Situation sehen. Natürlich muss man bedenken, dass wie bereits angesprochen, die Hilfsmittel eine Erleichterung im Unterricht darstellen. Jedoch denken nur 3 der 8 befragten InterviewteilnehmerInnen, dass sich dieser Zusatzaufwand durch die Erleichterung der Technologien zumindest an manchen Stellen ausgleichen wird.

3.3. VORBEREITUNG AUF DIE NEUE ZENTRALMATURA

Die Lehrpersonen stehen derzeit vor der großen Frage, wie sie sich am besten auf die neue Zentralmatura mit verpflichtendem Technologieeinsatz vorbereiten können. Da noch keine konkreten Probeangaben des BIFIE vorhanden sind, ist es sehr schwierig, einschätzen zu können, was auf die zukünftigen MaturantInnen zukommt. Die befragten Lehrpersonen gaben an, dass sie spätestens im nächsten Jahr anfangen werden, vermehrt Technologien im Mathematikunterricht zu verwenden. Manche Lehrkräfte gaben an, dass sie bereits Schularbeiten mit Technologieeinsatz durchführen, um für die Zentralmatura vorbereitet zu sein.

Folgende Vorbereitungstipps stammen aus verschiedenen Literaturstellen und der Auswertung der Interviews mit den Lehrpersonen:

- Einigung mit Erziehungsberechtigten und Lehrpersonen auf eine konkrete Technologie, welche im Unterricht angewandt wird.
- Technologie sollte so oft wie möglich allgegenwärtig sein. Nur wenn die Technologie permanent verfügbar ist (Prüfung, Unterricht, Hausübung), kann man einen Erfolg erzielen (Liebscher et al., 2013).
- Umgestaltung der Schularbeiten, sodass der Technologieeinsatz unvermeidbar wird.
- Erstellung einer Liste, ähnlich einer Vokabelliste, mit den wichtigsten Funktionen und Befehlen der Technologie. Dadurch ist gesichert, dass die SchülerInnen mit der Technologie umgehen können und genügend Kompetenzen in der Bedienung besitzen. (Lehmann, 2007).
- Ein verstärkter Einsatz von Technologien, speziell bei Hausübungen. SchülerInnen sollen selbst die Vorteile von technischen Hilfsmitteln erkennen indem sie ihre Hausübungen mit Hilfe dieser selbstständig kontrollieren können (Lehmann, 2007).
- Kontinuierliches Arbeiten mit denselben Modulen der Technologie um eine Routine in der Lösung von Beispielen zu schaffen (Lehmann, 2007).
- Entdeckendes Lernen vermehrt in den Unterricht einbeziehen. Durch die Eigenständigkeit der SchülerInnen wird der Nutzen der Technologie deutlicher (Lehmann, 2007).

- LehrerInnen müssen sich selbst kompetent fühlen, damit sie diese Kompetenzen ihren SchülerInnen vermitteln können.

Zusammenfassend ist die rechtzeitige Einführung der Technologie, die Voraussetzung für einen reibungslosen Ablauf der neuen Zentralmatura mit verpflichtendem Technologieeinsatz. Die SchülerInnen müssen über genügend Kompetenzen verfügen, damit sie die neuen Anforderungen, also die Technologie, nicht als Herausforderung, sondern als Hilfestellung sehen. Damit die Vermittlung der Kompetenzen erfolgreich gelingt, sollten sich die Lehrpersonen selbst ausreichend mit der neuen Technologie auseinandergesetzt haben. Diese Punkte sind konkret für die Einführung der Technologien wichtig.

Parallel zu der Einführung in die Handhabung der neuen Technologien, sollten auch die neuen Aufgabentypen mit Technologie erprobt werden. Da derzeit noch keine konkreten Angaben für die neuen Technologien verfügbar sind, müssen sich die Lehrpersonen entweder selbstständig geeignete Aufgaben erarbeiten oder anhand von Musterbeispielen ihre Aufgaben erstellen. In den letzten Jahren ist eine Vielzahl an Lehrbüchern mit Technologieeinsatz auf den Markt gekommen. Es ist sicherlich hilfreich, diese Beispiele auch im Unterricht durchzunehmen.

Bei einer Untersuchung stellte Gilbert Greefrath fest, dass sich mit einer erfolgreichen Einführung der technologischen Hilfsmittel bereits die im Unterricht durchgenommenen Beispiele verändern (Greefrath, 2007). Unter einer erfolgreichen Einführung versteht man in diesem Kontext, dass die Technologien regelmäßig angewendet werden. Gleichzeitig geschieht auch eine Veränderung der gesamten Unterrichtsstruktur (Roth, 2007):

- Verschiebung des Unterrichtsschwerpunktes in Richtung Planung, Analyse und Argumentation.
- SchülerInnen arbeiten hauptsächlich selbstständig.

Die Vorbereitung auf die neue Zentralmatura muss also in zwei Bereichen erfolgen:

- Einführung der neuen Technologie.
- Umgang mit der Technologie und Üben von Beispielen, die auf den Technologieeinsatz zugeschnitten sind.

3.4. AKZEPTANZ DER NEUEN ZENTRALMATURA

Ein Großteil der befragten Lehrkräfte hat der Notwendigkeit von Technologie im Mathematikunterricht zugestimmt. Alle waren sich einig, dass die Technologie in den Mathematikunterricht gehört, aber bei dem Anteil der Technologie waren sich die Befragten sehr unsicher.

Angesprochene Gründe für die Notwendigkeit von Technologien im Mathematikunterricht waren zum Beispiel:

- Technologie ist mittlerweile auch in den Naturwissenschaften nicht mehr wegzudenken.
- Mathematik wird in der Anwendung im Alltag auch mittels Technologien praktiziert.
- Möglichkeit die „interessanten“ Seiten der Mathematik mehr in den Unterricht einzubringen.
- Hilft den SchülerInnen ein mathematisches Verständnis zu entwickeln.

Der Anteil an Unterricht mit Technologien ist derzeit, wie bereits im Kapitel 2.5. erwähnt, sehr unterschiedlich. Das liegt wahrscheinlich auch daran, dass viele Lehrkräfte noch nicht von einem 100%igem Einsatz von Technologie überzeugt sind und deshalb lieber bei einem traditionellen Unterricht bleiben. In Zukunft muss der Anteil an Technologieeinsatz auf jeden Fall steigen, damit man für die Zentralmatura mit verpflichtendem Technologieeinsatz genügend vorbereitet ist.

6 von 8 befragten Lehrpersonen haben sich eindeutig für den verpflichtenden Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura ausgesprochen. Sie sind davon überzeugt, dass diese Änderung von Vorteil ist und eine Besserung der Situation mit sich bringt. Jene Personen, die sich nicht für den Technologieeinsatz bei der Zentralmatura ausgesprochen haben, finden den verpflichtenden Einsatz von

Technologien im Unterricht selbst wichtiger. Der Einsatz von Technologien wird also im Allgemeinen von allen Befragten gut angenommen.

Im Gespräch mit den Lehrpersonen und in der Auswertung hat sich eine gewisse Trennung zwischen älteren Lehrkräften und JunglehrerInnen herausgestellt. Diese Spaltung ist zwar nicht allgemein gültig, aber nachvollziehbar. JunglehrerInnen fällt die Umstellung auf den verpflichtenden Einsatz von Technologien leichter als älteren routinierten Lehrkräften. Folgende Gründe wurden dabei von den Lehrpersonen genannt:

- Ausbildung an der Universität hat sich in den letzten Jahren geändert.
- Jüngere Menschen haben eine stärkere Beziehung zu Technologien.
- Lehrpersonen, die kurz vor der Pensionierung stehen wollen ihren Unterricht nicht mehr umändern.
- Technologie klingt für ältere Personen meist beängstigend.

Diese Argumente sind auf keinen Fall für alle LehrerInnen gültig aber sowohl unter den Befragten als auch in deren Kollegium sind mehrere Fälle aufgetreten, die diese These bestätigen. Im Interview mit verschiedenen FortbildungskursleiterInnen der PH Wien und Niederösterreich wurde diese Aussage ebenfalls bestätigt. Eine Person gab an, dass sich gerade ältere Lehrpersonen in den Fortbildungskursen schwer tun und nur langsam mit den neuen Technologien zurechtkommen. Dadurch brauchen diese Lehrpersonen in den Fortbildungskursen immer deutlich mehr Betreuung als die anderen. Natürlich gibt es aber auch Ausnahmefälle, in denen auch ältere Personen mit den Technologien sehr gut zurechtkommen und davon begeistert sind.

Die Akzeptanz auf Seiten der LehrerInnen ist auf jeden Fall vorhanden. Jedoch ist sie von Lehrperson zu Lehrperson in unterschiedlichem Ausmaß vorhanden. Die Umstellung auf Technologien benötigt auf jeden Fall ausreichend Zeit, welche jeder Lehrkraft auch zur Verfügung stehen sollte, um sich genügend mit der Technologie auseinandersetzen zu können.

4. FORTBILDUNGEN

4.1. BEGRIFF FORTBILDUNG

„Im Sinne der Professionalisierung ist es erforderlich, dass sich jeder Lehrer / jede Lehrerin laufend auf dem Stand des Fachwissens und seiner didaktischen Vermittlung hält. Dieser Tatsache kommt im Bereich des berufsbildenden Schulwesens wegen der ständig kürzer werdenden Halbwertszeit des Fachwissens ganz besondere Bedeutung zu.“ (BMBF).

So lautet die Definition für Fortbildung von Lehrkräften auf der Homepage des Bundesministeriums für Frauen und Bildung. Wenn man diese Definition genau betrachtet, so fallen besonders die Worte „laufend auf dem Stand des Fachwissens“ auf. Technologieeinsatz fällt genau in diese Kategorie, da dieser ja gerade sehr aktuell ist und auf jeden Fall zum Fachwissen einer Lehrkraft gehören sollte. Eine Fortbildung der LehrerInnen ist also gerade in der Zeit von neuen Technologien besonders wichtig. Diese Aussage wird im Report des BIFIE über Fortbildungsmöglichkeiten von Johannes Mayr und Florian Müller mit der Aussage, dass Fortbildung eine „notwendige Voraussetzung dafür ist, dass Innovationen im Bildungswesen umgesetzt werden können“ (Schmich, Schreiner, 2008) bestätigt.

Wichtig ist eine Unterscheidung des Begriffs Fortbildung und Weiterbildung. Der Einsatz von Technologien fällt unter den Begriff Fortbildung, der wie oben definiert ist. Unter einer Weiterbildung versteht man eine Aneignung von Qualifikationen, die mit zusätzlichen Berechtigungen verbunden sind. Natürlich gibt es auch im Rahmen von Weiterbildungen Fähigkeiten, die im Zusammenhang mit dem Technologieeinsatz stehen, jedoch sind diese mit deutlich größerem Aufwand verbunden und für die meisten LehrerInnen nicht so attraktiv und daher in dieser Arbeit nicht so relevant.

In Österreich sind Fortbildungen für LehrerInnen der AHS gesetzlich nicht verpflichtend. Im Schulunterrichtsgesetz wird nur allgemein formuliert, dass „erforderliche Fort- und Weiterbildungsangebote“ zu besuchen sind (SchUG, §51 Abs. 2). Weiteres wird angeführt, dass Lehrkräfte „den Lehrstoff [...] dem Stand der Wissenschaft entsprechend“ (SchUG, §17 Abs. 1) vermitteln sollen, was

eigentlich als eine indirekte Verpflichtung zum Besuch von Fortbildungsmöglichkeiten gesehen werden kann. Trotzdem wird unter freiwilligen und verpflichtenden Fortbildungen unterschieden. Da aber Fortbildungen offiziell nicht verpflichtend sind, ist diese Definition sehr schwammig formuliert. Unter verpflichtenden Fortbildungen versteht man jene, die „von der Schulleitung als Erfüllung ihrer Fortbildungspflicht angerechnet“ (Schmich, Schreiner, 2008) werden können. Dabei ist die Anzahl an Veranstaltungen, die als verpflichtend gesehen werden, je nach Bundesland unterschiedlich. Vorteile von verpflichtenden Fortbildungsveranstaltungen sind, dass sie während der Unterrichtszeit besucht werden können und meistens von der Schulleitung finanziert werden.

Johannes Mayr und Florian Müller haben in ihrer Arbeit eine Umfrage unter Lehrkräften gemacht und dabei ausgewertet, wie viele Tage freiwillige und verpflichtende Fortbildungen in einem Jahr durchschnittlich besucht worden sind. Die Ergebnisse sind in folgender Abbildung zu sehen (Schmich, Schreiner, 2008):

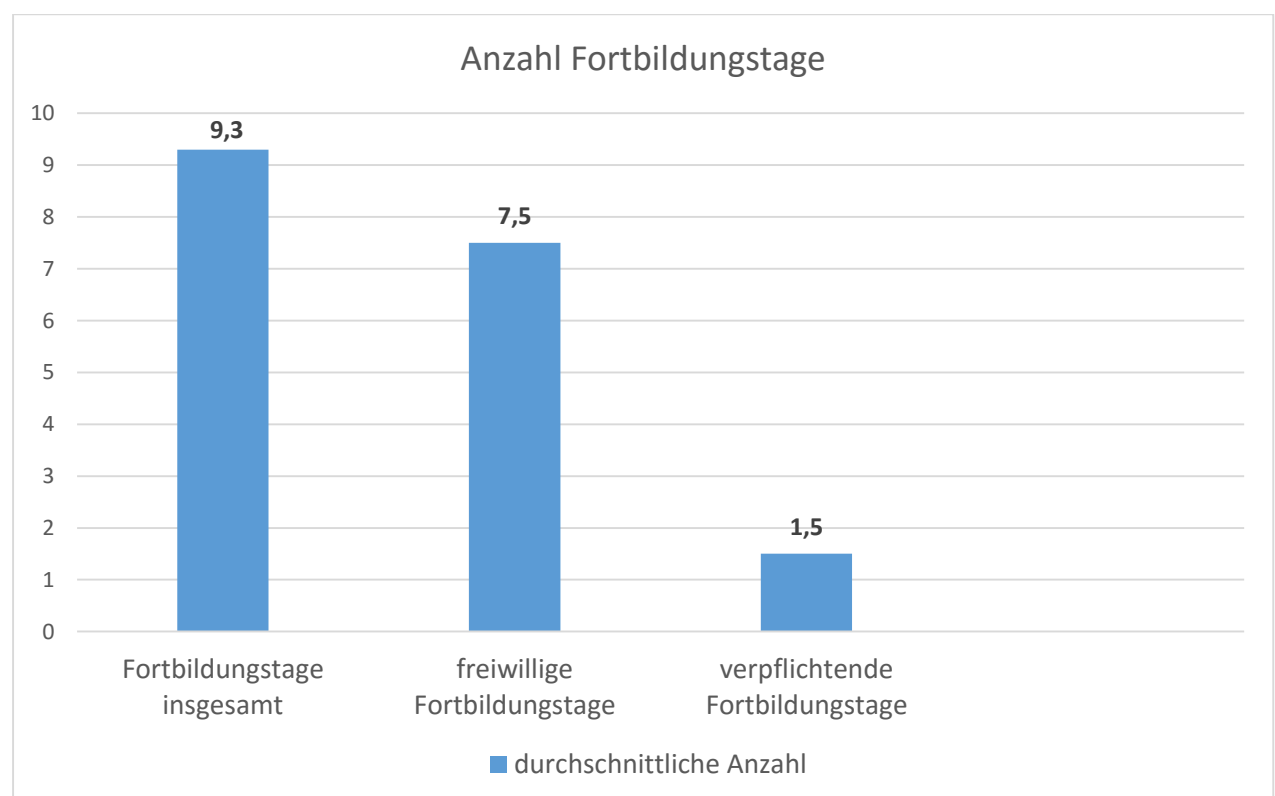


Tabelle 3: Durchschnittliche Anzahl an Fortbildungstagen

Man sieht also deutlich, dass die Anzahl an freiwilligen Fortbildungstagen um ein Vielfaches größer ist als die Besuche von verpflichtenden Fortbildungstagen. Natürlich spielt da auch der unklare Begriff „verpflichtende“ Fortbildung eine Rolle, doch der Unterschied ist trotzdem sehr deutlich.

Die Motivationen für Lehrkräfte eine Fortbildung zu besuchen sind ganz unterschiedlich. Im BIFIE Report erläutert Fritz Kast einige Gründe: Erhalt von berufsspezifischen Kompetenzen, Interesse an persönlichkeitsbildenden Inhalten, Hilfe für Bewältigung von Aufgaben im Lehreralltag, Absicht neue Kompetenzen zu erlernen, Bewältigung von Problemen im Berufsfeld und Vorteile für die weitere Karriere (Schmich, Schreiner, 2008).

Laut dem BIFIE gibt es verschiedene Arten von Fortbildungsaktivitäten mit jeweils unterschiedlichen Zielgruppen:

- LehrerInnen einer Schule
- LehrerInnen einer Region
- LehrerInnen eines oder mehrerer Bundesländer

Zusätzlich gibt es Fortbildungsmöglichkeiten für bestimmte Unterrichtsgegenstände aber auch solche mit Inhalten für ausgewählte Schulstufen oder Schularten. Unter Fortbildungen versteht man aber nicht nur einen Kurs den man an einer Pädagogischen Hochschule besuchen kann, sondern auch einschlägige Literatur oder Austausch mit erfahrenen Lehrkräften. Johannes Mayr und Florian Müller haben auch dazu eine Umfrage gestartet und dabei die beliebtesten Fortbildungsmöglichkeiten der LehrerInnen aufgelistet (Schmich, Schreiner, 2008):

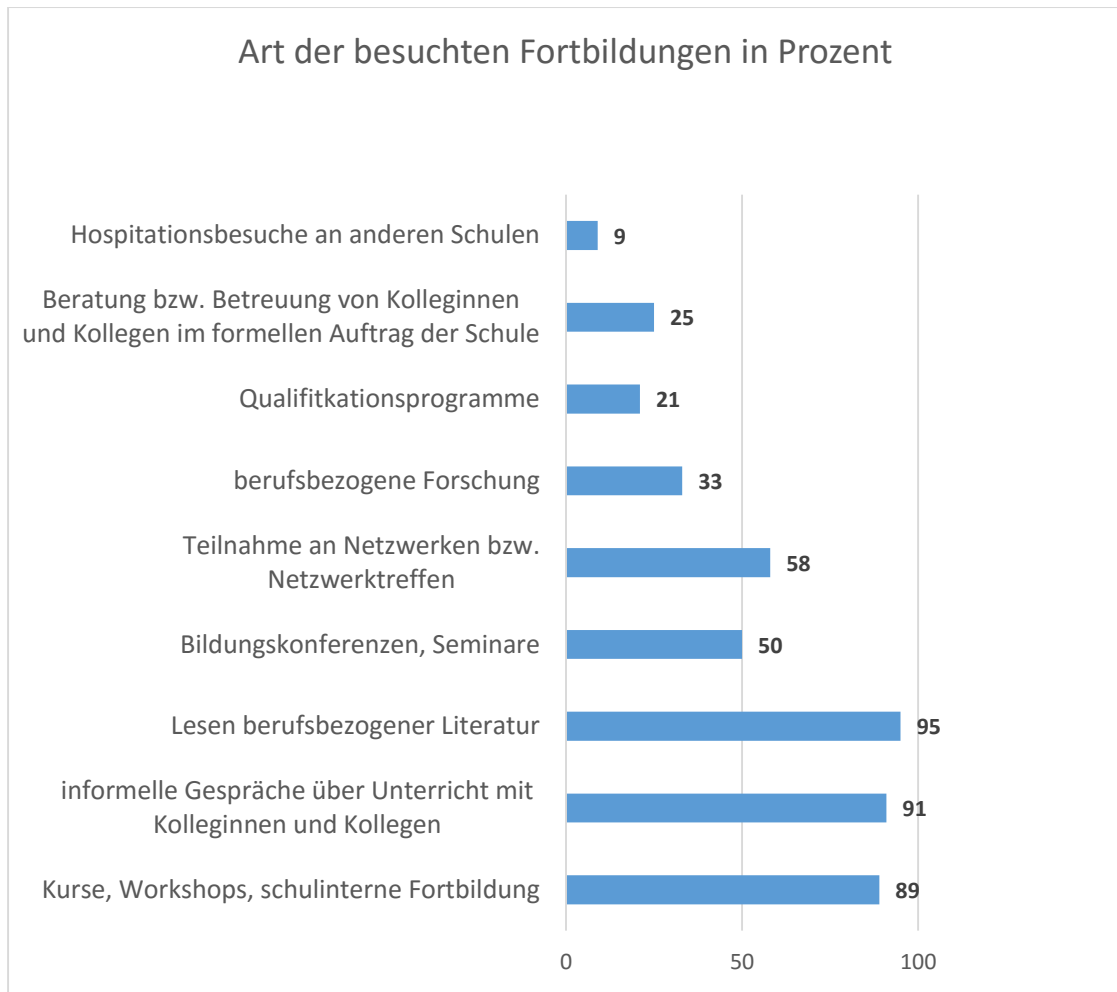


Tabelle 4: Art der besuchten Fortbildungen

Die klassischen Fortbildungsseminare werden also nur von rund 50% der Lehrkräfte besucht. Am beliebtesten sind das Lesen berufsbezogener Literatur und Gespräche mit Kolleginnen. Doch gerade beim Lernen des Einsatzes von Technologien im Mathematikunterricht sind praktische Fortbildungskurse wahrscheinlich am effizientesten.

4.2. ANGEBOTE AN BILDUNGSKONFERENZEN UND SEMINAREN

4.2.1. PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULEN

Der wichtigste Ansprechpartner bei Fortbildungen im LehrerInnen-Bereich sind die Pädagogischen Hochschulen. In jedem Bundesland gibt es eine eigene Pädagogische Hochschule, die den Lehrkräften aus den jeweiligen Bundesländern zur Fort- und Weiterbildung zur Verfügung steht. Die für mich relevantesten Pädagogischen Hochschulen sind die PH Wien, PH Niederösterreich und PH Wien/Krems. Alle drei Hochschulen bieten einen Online Katalog mit allen Fortbildungsveranstaltungen für das derzeitige Semester an (Pädagogische Hochschulen).

4.2.2. T3-ÖSTERREICH

T3-Österreich ist ein weltweites Projekt zur Lehrerfortbildung. Im deutschsprachigen Raum ist es in Deutschland, Schweiz und Österreich vertreten und international zum Beispiel in den USA. Es werden Seminare und Fortbildungskurse für Lehrkräfte aller Schularten angeboten. Dabei wird aufgrund der Zusammenarbeit mit der Firma Texas-Instruments besonders Augenmerk auf die Unterstützung von Technologieeinsatz im Unterricht gelegt.

Zusätzlich gibt es auch die Möglichkeit einer SCHILF (Schulinterne Fortbildungsmöglichkeit), der Vorteil davon ist, dass die Fortbildung direkt in den Schulen stattfindet und die Lehrkräfte somit keine zusätzlichen Anfahrtszeiten haben.

Außerdem gibt es auch regionale Fortbildungsveranstaltungen, diese finden schulübergreifend statt.

Das Projekt bietet außerdem Unterrichtsmaterialien für jeden Schultyp und ein Netzwerk mit engagierten KollegInnen. Weiteres gibt es die Möglichkeit für die ganze Klasse einzelne Technologieangebote (TI Grafikrechner, CAS Rechner, Software und Datenmessgeräte) für einen gewissen Zeitraum kostenlos auszutesten (T3 Österreich).

4.2.3. KOMMT

Das Projekt KoMMT (Kompetenzorientierte Mathematik mit Technologie) wurde vom Bundesministerium für Frauen und Bildung im Schuljahr 2012/13 initiiert und mit Unterstützung der PH Niederösterreich durchgeführt. Dabei wurden verschiedenste Veranstaltungstypen angeboten (KoMMT PH Noe):

- **Roadshow**
Impulsvorträge und Vorstellung gängiger Technologien
Dauer: halbtägig
Zielpersonen: SchulleiterInn mit Informatik/Mathematik-Verantwortlichem
- **Train-The-Trainer-Lehrgang**
Ausbildung zum Trainer um im nächsten Jahr selbst die Ausbildung anderer Lehrkräfte zu übernehmen
Dauer: 5 Präsenztage und 2 Onlinephasen
Zielpersonen: LehrerInnen mit Technologieerfahrungen
- **Bundesseminare**
2 Seminare zum Thema methodischer und didaktischer Einsatz von Technologien
Dauer: 2 Tage
Zielpersonen: LehrerInnen mit Technologieerfahrungen
- **Ausbildungslehrgang für Lehrpersonen**
Seminar zur Vermittlung von technologischen Grundkenntnissen
Dauer: 4 Präsenztage und 2 Onlinephasen
Zielpersonen: LehrerInnen ohne Technologieerfahrungen

Mittlerweile gibt es das Projekt leider nicht mehr, da es stattdessen von der PH Niederösterreich viele andere Fortbildungskurse gibt. Das Konzept dieses Projektes hat sehr vielsprechend geklungen. Die Bandbreite an Möglichkeiten war wirklich sehr groß: angefangen von einem kurzen Überblick über die Thematik bis hin zur Trainerausbildung um andere Lehrkräfte in den Technologieeinsatz einschulen zu können. Die Idee einer Trainerausbildung ist sehr interessant, da

man theoretisch pro Schule nur ein oder zwei Lehrpersonen als Trainer ausbilden müsste und somit leicht das gesamte Lehrpersonal umschulen kann. In der Praxis ist es wahrscheinlich schwierig so eine Lehrperson zu finden, da sowohl der Trainerlehrgang als auch die spätere Ausbildung sehr zeitaufwendig ist.

4.3. AUSWERTUNG DER INTERVIEWS MIT FORTBILDUNGSVERANSTALTERINNEN

Ich habe per E-Mail einige schriftliche Interviews mit VeranstalterInnen von unterschiedlichen Fortbildungskursen geführt um Antworten auf folgende Fragen zu bekommen:

- Wie viele Lehrkräfte nehmen an den Kursen teil?
- Gibt es konkrete Anmeldezahlen und Zahlen von verfügbaren Plätzen?
- Glauben Sie, dass das Interesse für eine freiwillige Fortbildung auf Seite der LehrerInnen vorhanden ist?

Das Hauptaugenmerk dieser Befragung lag darauf, herauszufinden, ob die angebotenen Fortbildungsmöglichkeiten von Lehrkräften überhaupt besucht und angenommen werden.

Ansprechpartner waren dabei KursleiterInnen von Fortbildungskursen mit Schwerpunkt Technologieeinsatz in Mathematik von der PH Wien, PH Niederösterreich und PH Wien/Krems. Aufgrund der Anonymität werden im Weiteren keine konkreten Namen genannt.

Die Anzahl an TeilnehmerInnen pro Kurs ist sehr verschieden. In den meisten Fällen gibt es Plätze für ca. 20 TeilnehmerInnen. Besucht werden die Fortbildungen im Durchschnitt von ca. 18 Personen, die Ober- und Untergrenze liegt dabei bei 10 bzw. 25 TeilnehmerInnen. Es gibt auch einige Kurse mit TeilnehmerInnen auf der Warteliste. In seltenen Fällen findet ein Fortbildungskurs wegen zu geringem Interesse nicht statt. Bei den T3-Fortbildungskursen beträgt die Mindestanmeldezahl nur 8 Personen, was von den Kursleitern als sehr wichtig empfunden wird. Gerade im Bereich Technologieeinsatz ist die individuelle

persönliche Betreuung der FortbildungsteilnehmerInnen sehr wichtig. Der Wissensstand kann bei den TeilnehmerInnen sehr unterschiedlich sein – gerade ältere Lehrkräfte haben kaum Erfahrungen mit Technologien und brauchen daher besonders viel Betreuung.

Das Interesse bei den Lehrkräften ist auf jeden Fall vorhanden. Jedoch muss man klar sagen, dass viele LehrerInnen natürlich nur an Fortbildungen teilnehmen, wenn sie selbst daran interessiert sind. Jene, die sich nicht fortbilden möchten, werden auch weiterhin nicht an solchen Kursen teilnehmen. Ein Befragter meinte, dass man jetzt aufgrund der Zentralmatura einen Druck hat, sich fortbilden zu müssen und viele daher aus Zwang kommen. Früher nahm man aus Interesse teil, dadurch war die Motivation in den Kursen natürlich viel größer.

Da die Teilnahme an Fortbildungskursen derzeit nicht verpflichtend ist, ist der Andrang überschaubar. Es gäbe viel mehr InteressentInnen, wenn Direktionen eine Fortbildung ausdrücklich empfehlen würden.

Es war sehr interessant zu sehen, dass gerade bei den Kursen zu Geogebra sehr großes Interesse besteht. Grund dafür ist wahrscheinlich, dass Geogebra immer beliebter unter den Technologien wird.

4.4. STATISTIK ZUM THEMA BESUCH VON FORTBILDUNGEN

6 von 8 Lehrpersonen gaben an, regelmäßig Fortbildungen zu besuchen. Folgende Gründe wurden genannt, warum keine Fortbildungen besucht werden:

- Zeitfaktor
- Studium ist bessere Fortbildung (Lehrperson hat Studium noch nicht beendet)
- Qualität der Fortbildung

Der Besuch von Fortbildungskursen wurde von allen Direktionen gefördert. In manchen Schulen liegen Ausschreibungen zu neuen Fortbildungskursen auf, die an die Lehrkräfte weitergeleitet werden. Manche Lehrkräfte gaben aber auch an, dass sie die Fortbildungskurse eigenständig recherchieren müssen. Alle befragten Lehrpersonen haben Kurse zum Einsatz von Technologien besucht. Die

Fortbildungskurse wurden an der PH Wien, PH Online aber auch direkt an Schulen besucht. Oftmals wurde auch angegeben, dass pro Schule 1 – 2 Lehrpersonen bestimmte Kurse besuchen dürfen. Anschließend wird das Material der Fortbildungen aber allen Lehrpersonen der Schule zur Verfügung gestellt.

Ein Großteil der befragten LehrerInnen war mit der Qualität der Fortbildungen sehr zufrieden. Als Gründe für den Besuch solcher Kurse wurden folgende Argumente genannt:

- Inhalte zur neuen Zentralmatura erfahren
- Lernerfolg ist größer als im Selbststudium
- Permanente Auseinandersetzung mit der Thematik ist wichtig
- Erlernen von verschiedenen Lösungsmöglichkeiten

Gerade im Bereich des Technologieeinsatzes, empfinden viele Lehrkräfte den Besuch von Fortbildungskursen als sehr hilfreich. Bei dem Besuch der Veranstaltungen fühlen sich die meisten Lehrkräfte gefordert, aber nicht überfordert. Die Inhalte sind den Themen des Unterrichts angepasst, manchmal sind sie aber zu sehr auf ein konkretes Gerät (z.B. TI Inspire, Casio Class Pad) konzentriert.

Wie auch bei vielen anderen Dingen spielt auch hier der Faktor Zeit eine große Rolle. Einige Lehrpersonen gaben an, dass es schwierig ist, bei dem Zeitmangel im Unterricht zusätzlich noch Fortbildungen zu besuchen. Im Fall dass nur 1 – 2 ausgewählte Lehrpersonen einer Schule die Fortbildung besuchen, findet oft der kollegiale Austausch aufgrund von Zeitmangel kaum oder gar nicht statt.

5. ZENTRALMATURA

5.1. NEUE AUFGABENTYPEN UND VERÄNDERUNG DER AUFGABEN

Die Aufgaben bei der Zentralmatura müssen sich mit dem verpflichtenden Einsatz von Technologien verändern. Derzeit gibt es, wie bereits erwähnt, noch keine konkreten Angaben für die Matura mit Technologieeinsatz. Gilbert Greefarth hat eine Befragung von SchülerInnen und Lehrpersonen, welche auf den Einsatz von Technologien umgestiegen sind, durchgeführt. Die SchülerInnen gaben dabei an, dass die Aufgaben schwieriger und komplizierter sind. Die Lehrpersonen hingegen, sehen im Einsatz von Technologien eine Erleichterung bei den Rechenaufgaben. Gleichzeitig haben sie erkannt, dass es mehr Verständnisaufgaben, Modellierungen und realitätsbezogene Aufgaben gibt (Greefarth, 2007). Solche Beispiele sind für viele SchülerInnen herausfordernd, da es eine Umstellung der gewohnten Beispiele mit „Kochrezepten“ ist.

Insgesamt kann man sagen, dass durch den Einsatz von Technologien die Aufgabenstellungen realitätsbezogener und aus dem Alltag der SchülerInnen gestellt sind. Beliebte Themen, die bei Abituraufgaben aus Deutschland bearbeitet werden, sind folgende (Greefarth, 2007):

- Brücken, Tunnelleingänge
- Tiere
- Lotterie

Eberhard Lehmann hat in seinem Artikel mögliche Kategorien für Abituraufgaben mit Technologieeinsatz ausgearbeitet. Dabei gibt es drei unterschiedliche Einteilungen (Lehmann, 2007):

- A: Traditionelle „Hand“-Aufgaben mit CAS Einsatz
- B: Aus dem gemeinsamen Kern von „Hand“- und „CAS“- Aufgaben werden neue „CAS“-Aufgaben entwickelt
- C: Neue Aufgaben, die speziell auf die Auslastung des CAS Gerätes ausgelegt sind

Die Aufgaben für die Zentralmatura mit Technologieeinsatz sollten auf jeden Fall in Richtung der Kategorie C entwickelt werden, ansonsten hätte die technologische Unterstützung bei der Lösung der Aufgaben keinen großen Sinn.

Zusätzlich zu diesen drei Kategorien könnte man eine weitere Kategorie entwickeln, für Aufgaben, welche trotz technologischer Hilfsmittel nur per Hand gelöst werden können.

Traditionelle Beispiele aus Kategorie A könnten zum Beispiel Kurvendiskussionen oder auch Aufgaben aus der Stochastik sein. Mittels Technologien kann man bereits in wenigen Schritten Extremstellen, Nullstellen und weitere Eigenschaften von Funktionen berechnen lassen. Gerade in der Statistik muss man, dank der Unterstützung durch ein CAS System, kaum etwas selbst berechnen. Es gibt Funktionen zur Erstellung eines Boxplots und zur Berechnung eines Mittelwertes. Aufgrund dieser deutlichen Hilfestellung bei der Lösung sollten solche Beispiele aus den Angaben der Zentralmatura entfernt werden. Die geeignetste Art für „neue“ Beispiele zur Zentralmatura sind Kombinationen aus den üblichen „Hand“-Aufgaben mit neuen Schwerpunkten, die durch den Technologieeinsatz gelöst werden sollen. Zu dieser Kategorie gehören zum Beispiel Aufgaben, in denen man mit Hilfe der Technologie eine Grafik zu einem gegebenen Problem erarbeiten muss. Diese Aufgaben könnten genauso auch rechnerisch ohne Technologie gelöst werden. Deshalb fallen solche Beispiele in die Kategorie B und werden wahrscheinlich in den ersten Jahren der Zentralmatura mit Technologieeinsatz als Übergangslösung für die Beispiele fungieren (Lehmann, 2007). Natürlich müssen in Zukunft die Aufgaben speziell auf den Einsatz von technologischen Hilfsmitteln zugeschnitten werden, dazu sind jene Aufgaben des Types C sehr gut geeignet. Weiteres sollte der Einsatz von CAS Systemen sinnvoll genutzt werden, daher sollten Aufgaben gestellt werden, die jene Möglichkeiten des Technologieeinsatzes völlig ausschöpfen. Derzeit gibt es keine konkreten Musteraufgaben zu diesem Typ von Beispielen. Bei der Zentralmatura mit verpflichtendem Technologieeinsatz wird es Aufgaben geben, die ausschließlich mit einer Software/Hardware gelöst werden und deren Lösung auch mittels diesem Gerät abgegeben werden muss (Liebscher et al., 2013). Angaben könnten zum Beispiel so aussehen (Heugl, 2014):

„Die Kurse zweier Schiffe kreuzen einander. Sie befinden sich auf einem rechteckigen Radarschirm der geographisch orientiert ist (W-O/N-S), in folgender Position: Die HMS Serena befindet sich am unteren Rand des Schirms (x-Achse) 900 mm von der linken unteren Ecke des Schirms entfernt, die HMS Magic erscheint am linken Rand des Schirms (y-Achse) 100 mm von der linken unteren Ecke entfernt. Eine Minute später beobachtet man folgende Position: Die HMS Serena hat sich 3 mm nach Westen und 2 mm nach Norden bewegt, die HMS Magic 4 mm nach Osten und 1 mm nach Norden. Stelle die Bahnen der beiden Schiffe graphisch dar und untersuche, ob sie kollidieren.“

Dieses Beispiel wurde in dem Buch „Mathematikunterricht mit Technologie: Ein didaktische Handbuch mit einer Vielzahl an Aufgaben“ von Helmut Heugl mittels des Taschenrechner TI Nspire gelöst, kann aber genauso mit der Software Geogebra gelöst werden. Aufgabenstellungen, die die gesamten Möglichkeiten des CAS Einsatzes ausschöpfen sind derzeit noch schwer zu finden. Die Anforderungen an die SchülerInnen wechseln dabei vom richtigen Rechnen und Operieren zum korrekten Interpretieren und Visualisieren der Aufgabe und ihrem Ergebnis.

Um diese neuen Anforderungen besser verstehen zu können, sind im Folgenden drei Beispiele zu drei verschiedenen „neuen“ Kompetenzbereichen angeführt (Roth, 2007):

- **Analysieren und Argumentieren**

„Finde mit Hilfe der DGS-Datei heraus, wo der Umkreismittelpunkt bei spitzwinkligen, stumpfwinkligen und rechtwinkligen Dreiecken liegt und begründe dies jeweils.“

- **Problemlöseaufgaben**

„Suche nach Aussagen, aus denen du folgern kannst, dass die Funktion

$$f(x) = \frac{6}{5}(x - 1) * \cos(x) - \frac{6}{5}\sin(y) + \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{2}x^2$$

genau vier Extremstellen besitzt.“

- **Interpretation**

„Erkläre den Bildschirmausdruck. Peter hat den Term

$$\frac{\left(\frac{3a^{-2}b^4}{4ab^{-2}}\right)^{2p}}{\left(\frac{2b^{-4}}{3a^{-2}}\right)^{-3p}}$$

zu $\left(\frac{1}{6}\right)^p$ vereinfacht. Mit Derive überprüft er sein Ergebnis und erhält folgende Bildschirmangabe, erläutere wie Peter damit umgehen sollte:“

#1:
$$\frac{\left(\frac{3 \cdot a^{-2} \cdot b^4}{4 \cdot a \cdot b^{-2}}\right)^{2 \cdot p}}{\left(\frac{2 \cdot b^{-4}}{3 \cdot a^{-2}}\right)^{-3 \cdot p}}$$

#2:
$$\left(\frac{1}{3}\right)^{2 \cdot p} \cdot \left(\frac{6}{a}\right)^p$$

Abbildung 12 Ausschnitt Angabe

Eine konkrete Einteilung in die einzelnen Kategorien ist teilweise nicht möglich. Oftmals ist es schwierig eine eindeutige Grenze zwischen Beispielen festzulegen, welche ohne Technologie sinnvoll lösbar sind und jene, für die das nicht gilt (Roth, 2007). Verschiedene Autoren haben deshalb unterschiedliche Kategorien ausgearbeitet, wobei die Grundaussage im Allgemeinen gleich ist, nämlich, dass der Einsatz von Technologien sinnvoll erfolgen muss und die Beispiele deshalb neu aufgebaut werden müssen. Deshalb ist es besonders wichtig, sich auf die Kategorie C zu konzentrieren und auf solchen Beispielen aufzubauen.

5.2. ÄNDERUNG DER KOMPETENZEN

Mit der Änderung der Aufgabentypen, verändern sich auch die Kompetenzen, die von den SchülerInnen erwartet werden. Als Kompetenzen werden in diesem Zusammenhang allgemeine Fähigkeiten, die SchülerInnen besitzen sollten, betrachtet und nicht die für die Zentralmatura wichtigen Grundkompetenzen.

Der Umgang mit der Technologie muss sowohl für SchülerInnen als auch LehrerInnen erprobt sein, ansonsten ist die Unterstützung durch eine Software oder einen Taschenrechner nicht ertragreich. Gleichzeitig sollten SchülerInnen auch erkennen können, wann sie zu der Technologie greifen und wann sie entscheiden die Aufgabe ohne Unterstützung zu lösen. Lehrpersonen stehen somit vor der Herausforderung auch Kompetenzen im Umgang mit technischen Hilfsmitteln zu vermitteln. Darunter fallen auch Punkte wie zum Beispiel (Lehmann, 2007):

- Richtiges Dokumentieren des Rechenweges.
- Experimentieren, Begründen und Interpretieren anhand von Ergebnissen
- Spezielle Befehle und Funktionen der Technologie kennen.
- Entscheiden können welche Teile man mit Technologie und welche per Hand löst.
- Kontrolle der Ergebnisse mithilfe des Einsatzes von technologischen Hilfsmitteln durchführen können.
- Richtige Visualisierungen von Aufgabenstellungen erstellen können.

Gerade die richtige Dokumentation des Rechenweges wird auch bei der Zentralmatura eine bedeutende Rolle spielen. Dabei müssen die SchülerInnen wissen, in welchem Umfang die Dokumentation niedergeschrieben werden muss und welche Schritte dabei die wichtigsten sind.

Wie bereits erwähnt, öffnet die technologische Unterstützung, eine Möglichkeit für SchülerInnen experimentieren, begründen und interpretieren zu können. Dadurch, dass komplexe Rechnungen durch die Technologie übernommen werden, fällt für die SchülerInnen diese Herausforderung weg. Der Schwerpunkt für die SchülerInnen verlagert sich also „vom Operieren zum Nutzen von Grundwissen und zum Reflektieren“ (Siller, 2013). SchülerInnen müssen also fähig sein,

Ergebnisse, die sie mittels Einsatz von Technologien erhalten, sowohl richtig interpretieren zu können als auch eventuelle Fehler erkennen zu können. Ein Beispiel dafür ist das richtige Erkennen der Anzahl an Lösungen von Gleichungen. Viele Taschenrechner zeigen bei der Lösung einer quadratischen Gleichung nur reelle Lösungen und keine komplexen an. SchülerInnen müssen also selbst entscheiden, wie viele Lösungen diese Gleichung maximal haben kann und anschließend selbst entscheiden, ob die angezeigten Lösungen wirklich die gesamte Lösungsmenge darstellen.

Um die komplette Unterstützung von Technologien ausschöpfen zu können, ist es wichtig, über alle wichtigen und für die Schulstufe relevanten Befehle und Funktionen Bescheid zu wissen. Ohne Kenntnis der notwendigen Funktionen, hilft auch der Einsatz der Technologie den SchülerInnen nicht. Damit SchülerInnen die passenden Befehle für die Lösung eines konkreten Problems aussuchen können, ist ein Übersetzungsprozess notwendig. Dieser läuft folgendermaßen ab (Greefrath, 2007):

1. Verstehen des Aufgabentextes.
2. Übersetzung der Aufgabe in die Sprache der Mathematik.
3. Übersetzung der Mathematischen Sprache in konkrete Befehle/Funktionen der Technologie.

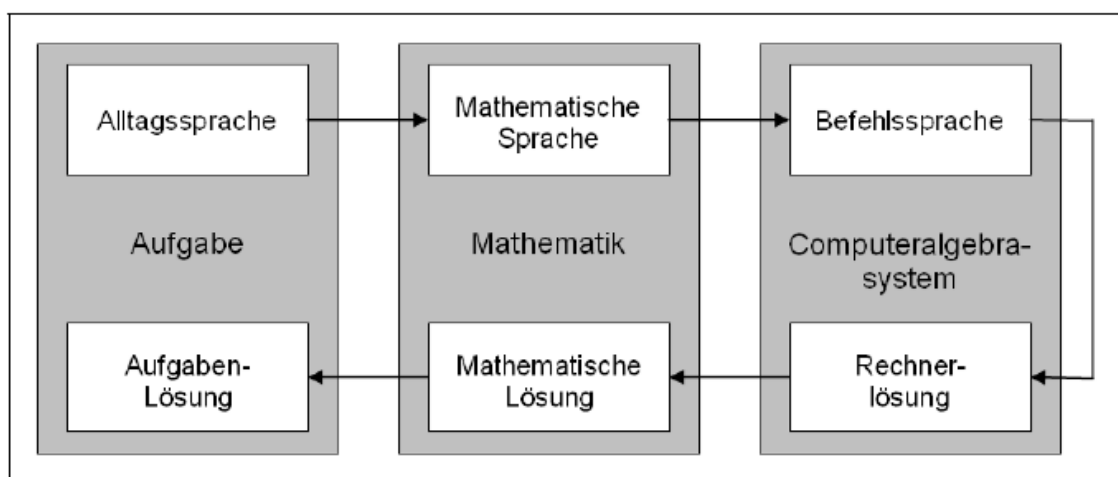


Abbildung 13: Übersetzungsprozess

Die Kompetenz des Übersetzungsprozesses ist wahrscheinlich sogar eine der wichtigsten im Zusammenhang mit dem Einsatz von Technologien.

Zusätzlich zu der Kompetenz Funktionen und Befehle der Technologie zu kennen, müssen die SchülerInnen auch fähig sein, dadurch richtige und verwertbare Visualisierungen der angegebenen Problemstellungen erstellen zu können. Ein Beispiel dafür wäre zum Beispiel eine Konstruktion einer Funktion, bei der man zeigen soll, dass der Anstieg der Tangente negativ ist, wenn die Funktion monoton fallend ist und positiv, wenn sie monoton steigend ist. Dadurch können leichte Beweise und Definitionen, wie in diesem Fall die Tangentensteigung, bei Schularbeiten und auch der Zentralmatura abgeprüft werden.

Es gibt unterschiedliche Aufgabentypen, bei denen nicht immer explizit dabei steht, welchen Teil man per Hand und welchen man per technologischer Unterstützung lösen soll. Dabei müssen die SchülerInnen selbst entscheiden können, wann es vorteilhafter ist, eine Technologie zur Unterstützung hinzuzuziehen und wann nicht. Diese Entscheidung muss nicht unbedingt global für alle SchülerInnen zutreffen, da manchen der Umgang mit den Hilfsmitteln leichter fällt als anderen.

Zusätzlich zur Berechnung per Hand kann man die Technologie nutzen, um das Ergebnis überprüfen zu können. Solche Tricks sind immer sehr wertvoll um Rechenfehler entdecken und im Endeffekt vermeiden zu können.

Insgesamt kann man also sagen, dass der Einsatz von technologischen Hilfsmitteln nicht nur bedeutet, das Gerät bzw. die Software im Unterricht zu verwenden, sondern auch den SchülerInnen den Umgang und die notwendigen Kompetenzen zu vermitteln. Nur wenn die Vermittlung gelingt, kann das gesamte Potenzial der Hilfsmittel völlig ausgeschöpft werden und der Einsatz von Technologien als hilfreich angesehen werden.

5.3. TECHNOLOGIEEINSATZ BEI TYP-1 AUFGABEN

Derzeit ist es vorgesehen, dass nur bei den Typ-2 Aufgaben der Matura der Technologieeinsatz verpflichtend ist bzw. sogar erlaubt ist. Typ-1 Aufgaben sollen ohne technologische Unterstützung gelöst werden. Laut Verordnung dürfen CAS Systeme wie Geogebra oder der TI 82 Stat bei den Typ-2 Aufgaben verwendet werden. Bei den Typ-1 Aufgaben dürfen jedoch keine Taschenrechner, die „eine Programmierung, eine Grafikausgabe, exakte Arithmetik oder eine natürliche Darstellung von Termen ermöglichen sowie grundlegende mathematische Softwaretypen integriert haben“ verwendet werden (ÖMG, 2012). Ein Taschenrechner, der bei den Typ-1 Aufgaben erlaubt ist, wäre zum Beispiel der TI 30-XS. Der Anteil an notwendiger Technologie bei der Zentralmatura ist also auf den Typ-2 beschränkt. Die österreichische mathematische Gesellschaft kritisiert diese Verordnung stark. Aus Sicht der ÖMG sollten den SchülerInnen bei beiden Teilen die gewohnten Technologien zur Verfügung stehen (ÖMG, 2012). Als Grund dafür wird angeführt, dass sich die SchülerInnen dadurch sicherer fühlen, da sie sich in einer gewohnten Prüfungsumgebung befinden. Bei den Schularbeiten sind im Regelfall auch alle technologischen Hilfsmittel, welche im Unterricht verwendet werden, erlaubt. Weiteres ist es für die SchülerInnen eine belastende Umstellung, wenn sie bei den Typ-1 Aufgaben mit einem Taschenrechner rechnen, mit dem sie eigentlich gar nicht vertraut sind, da sie im Regelfall mit der für sie gewohnten Technologie arbeiten.

Die ÖMG schlägt zwei Alternativen für dieses Problem vor:

- Variante a)

Einerseits sollen SchülerInnen die gewohnte Technologie auch bei den Typ-1 Aufgaben verwenden können. Die Beispiele sollen nur mathematische Kompetenzen abprüfen, bei denen die Funktionen einer höherwertigen Technologie keine Rolle beim Lösen der Aufgabe spielen (ÖMG, 2012).

- Variante b)

Die andere Möglichkeit wäre, Technologien bei den Typ-1 Aufgaben gänzlich zu verbieten, sodass sowohl ein grafikfähiger Taschenrechner als auch ein gewöhnlicher verboten sind. Die Beispiele würden sich wahrscheinlich nicht

extrem von den Beispielen aus der Variante a) unterscheiden, da auch dort die Beispiele so gestellt sind, dass ausschließlich Kompetenzen abgeprüft werden.

Auf jeden Fall sollte die Verordnung überarbeitet werden, sodass bei den Typ-1 Aufgaben entweder gar keine Technologie oder die bereits gewohnte verwendet werden darf. Laut dem BIFIE werden Typ-1 Aufgaben wie folgt definiert: „Typ-1-Aufgaben sind Aufgaben, die auf die im Katalog angeführten Grundkompetenzen fokussieren. Bei diesen Aufgaben sind kompetenzorientiert (Grund-)Wissen und (Grund-)Fertigkeiten ohne darüber hinausgehende Eigenständigkeit nachzuweisen.“ (BIFIE Prüfungsbeurteilung). Diese Beispiele sollten also gänzlich ohne Technologieeinsatz lösbar sein. Es wäre hilfreich, wenn die Aufgaben so gestellt sind, dass eine technologische Unterstützung bei der Lösung der Beispiele gar nicht von Vorteil wäre. Einige Aufgaben der Zentralmatura beim Haupttermin 2014/15, wären für diese neuen Ansprüche sogar geeignet. Das folgende Beispiel zeigt eine Angabe aus dem Typ-1 Teil der Zentralmatura 2014/15:

Den Graphen einer Polynomfunktion skizzieren

Eine Polynomfunktion f hat folgende Eigenschaften:

- Die Funktion ist für $x \leq 0$ streng monoton steigend.
- Die Funktion ist im Intervall $[0; 3]$ streng monoton fallend.
- Die Funktion ist für $x \geq 3$ streng monoton steigend.
- Der Punkt $P = (0|1)$ ist ein lokales Maximum (Hochpunkt).
- Die Stelle 3 ist eine Nullstelle.

Aufgabenstellung:

Erstellen Sie anhand der gegebenen Eigenschaften eine Skizze eines möglichen Funktionsgraphen von f im Intervall $[-2; 4]$!

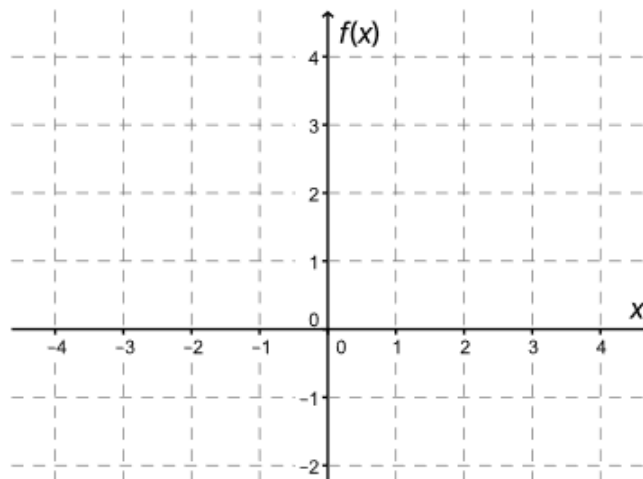


Abbildung 14: Angabe Teil 1 Zentralmatura 2014

Das in Abbildung 14 angegebene Beispiel, ist ohne Technologieeinsatz lösbar. Dabei werden Kompetenzen zu Funktionen abgeprüft. Ein gewöhnlicher Taschenrechner wird hier nicht gebraucht. Ein Taschenrechner mit Grafikfunktion, kann höchstens zur Kontrolle verwendet werden. Jedoch müsste dazu erst eine Funktionsgleichung aufgestellt werden. Die Lösung des Beispiels kann also ohne Technologieeinsatz erfolgen. Beispiele dieser Art wären für die Typ-1 Aufgaben der Zentralmatura mit verpflichtendem Technologieeinsatz also sehr geeignet. Das Problem der unterschiedlichen Technologien wäre damit auch hinfällig, da in diesem Fall weder ein normaler Taschenrechner noch eine Technologie hilfreich wäre.

Wie viel Technologie bei der Zentralmatura tatsächlich erlaubt ist, ist also noch sehr umstritten. Man sollte sich jedoch bald einig werden und konkrete Vorgaben

liefern. Denn nur bei genauen Angaben für den erlaubten Einsatz bei der Zentralmatura, kann man die SchülerInnen ausreichend auf den Ernstfall vorbereiten. Außerdem ist es sehr hilfreich, wenn man derzeit bereits bei Schularbeiten beginnt, die Prüfungssituationen der zukünftigen Zentralmatura zu üben. Ein reibungsloser Übungsdurchgang kann jedoch nur erprobt werden, wenn die Kriterien für Technologien genau festgelegt sind.

5.4. VORTEILE FÜR SCHÜLERINNEN

Die Lehrpersonen wurden auch zu möglichen Vorteilen für die SchülerInnen im verpflichtenden Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura befragt. Am öftesten wurde dabei die große Zeitersparnis für SchülerInnen durch den Einsatz von Technologien angesprochen, da aufwendige Berechnungen, wie zum Beispiel bei einer Kurvendiskussion, gänzlich auf die Technologie ausgelagert werden können. SchülerInnen sparen dabei Zeit und die Fehlerquelle wird minimiert. Lehrpersonen gaben an, dass dieser Vorteil besonders für schwache SchülerInnen eine große Erleichterung darstellt.

Ein weiterer Vorteil ist, dass durch den verpflichtenden Einsatz die Anforderungen für alle SchülerInnen gleich sind. Derzeit ist es so, dass der Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura pro Schule unterschiedlich geregelt ist. In jenen Klassen, die im Unterricht mit einer Technologie arbeiten, dürfen bei der Zentralmatura auch die Technologie bei den Typ-2 Aufgaben verwendet werden. Ein Großteil der befragten Lehrpersonen gab aber an, dass sie bei der Zentralmatura nur den traditionellen Taschenrechner TI 30-XS verwenden, da sie im Unterricht auch keine andere Technologie verwenden. Drei Lehrpersonen gaben an, dass der Einsatz von Technologien pro Schule nicht allgemein geregelt ist. Verwendet eine Klasse technologische Hilfsmittel im Unterricht und die Parallelklasse nicht, ist es erlaubt, dass die Klasse weiterhin die Technologie auch bei der Zentralmatura verwendet. Das ist jedoch unfair gegenüber jenen Klassen, die keine technischen Hilfsmittel verwenden. Bei den derzeitigen Maturaangaben, erleichtert ein Einsatz von Technologien den Rechengang. Bei dem Haupttermin der Zentralmatura 2015 hätte man konkret bei mindestens zwei

Aufgaben einen deutlichen Vorteil durch den Einsatz von Technologien gehabt (Zentralmatura, 2015):

- Aufgabe 1: Berechnung der Wendestelle
- Aufgabe 4: Berechnung des Integrals

Durch den verpflichtenden Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura wird also gewährleistet, dass jede SchülerIn dieselben Prüfungsbedingungen hat. Eine Lehrperson gab an, dass aktuell SchülerInnen, die bis in die 8.Klasse keinen Technologieeinsatz erlernt haben, trotzdem vor der Matura zumindest den Umgang mit Geogebra erlernen wollen. Ein Grund dafür ist, dass sie dieselben Chancen wie jene MaturantInnen haben wollen, die seit Jahren Technologien im Unterricht anwenden und daher auch bei der Matura. Den SchülerInnen ist also bewusst, dass der Einsatz von Technologien derzeit zu mindestens einen kleinen Vorteil bei der Absolvierung der Zentralmatura bedeutet.

Die weiteren angegebenen Vorteile für SchülerInnen, betreffen nicht direkt die Prüfungssituation bei der Zentralmatura. Viele Lehrkräfte bestätigen auch, dass durch die Möglichkeit der Visualisierung, die SchülerInnen den Stoff besser verstehen können und das dynamische Denken gefördert wird. Die SchülerInnen erlernen also leichter die Grundkompetenzen, welche bei der Zentralmatura abgeprüft werden. Ob dieser Vorteil wirklich mit dem verpflichtenden Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura zusammenhängt, ist unklar. Es würde reichen, den Einsatz von Technologien im Unterricht zu verpflichten. Dieses Argument wurde ebenfalls von einer Lehrkraft angesprochen, welche den Technologieeinsatz im Unterricht stark befürwortet, aber bei der Zentralmatura als nicht notwendig empfindet.

Christine Bescherer hat in ihrer Arbeitsgruppe das Thema „IT Nutzung bei Prüfungen in Mathematik“ diskutiert und hat dabei bisher nicht erwähnte Vorteile aufgelistet. Im Folgenden sind jene erwähnt, die den SchülerInnen einen Vorteil schaffen (Bescherer, 2007):

- Genaue Dokumentation des Lösungsweges schafft Möglichkeit der transparenten Leistungsbeurteilung und
- Möglichkeit der Selbstkontrolle der Ergebnisse.

Diese beiden Vorteile können für die SchülerInnen sehr wichtig sein. Durch genaue Angaben der notwendigen Schritte bei der Dokumentation des Lösungsweges, kann man die Beurteilung der Lehrperson sehr gut nachvollziehen. Durch den Einsatz von Technologien kann man viele Rechenaufgaben leicht selbstständig nachkontrollieren. Ein Beispiel dafür ist die schnelle Berechnung von Extremstellen bei Funktionen um berechnete Punkte zu kontrollieren. Aber auch Beispiele, in denen man anhand der Richtungsvektoren herausfinden soll, welche Lagebeziehung zwischen zwei Geraden besteht, kann man durch eine Grafikanzeige sehr schnell selbst kontrollieren. SchülerInnen haben dadurch die Möglichkeit leicht abschätzen zu können, ob ihre Rechnung korrekt ist.

5.5. NACHTEILE FÜR SCHÜLERINNEN

Die befragten Lehrpersonen nannten auch einige Nachteile, die sie im verpflichtenden Einsatz von Technologien für die SchülerInnen sehen. Diese kann man in vier große Problembereiche einteilen:

- Verständnisprobleme
- Technik bringt immer Probleme mit sich
- Kompetenzen der SchülerInnen verändern sich
- Sicherheitsproblem

Mehrere Lehrkräfte glauben, dass durch den Einsatz von Technologien das Verständnis für den mathematischen Hintergrund verloren geht. Die SchülerInnen hinterfragen die Ausgabe, die ein Taschenrechner oder ein Softwareprogramm ausgibt, nicht. Stattdessen werden Befehle stupide in die Technologie eingegeben und abgearbeitet. Dabei wird das Denken völlig abgeschaltet und einfach nach einem bekannten „Kochrezept“ die Beispiele abgearbeitet. Die meisten wissen den genauen Hintergrund vieler Befehle und Funktionen nicht. Die Technologie übernimmt einen großen Anteil der Rechenarbeit. Dadurch glauben viele SchülerInnen, nicht mehr wissen zu müssen, was die mathematischen Hintergründe dieser Formel oder Rechenweges sind. Ein Beispiel dafür ist das Berechnen von Extremwerten von Funktionen. Die meisten Technologien haben dazu einen einfachen Befehl zur Berechnung der Extremstellen:

- Geogebra: Extremum[]
- TI 82 Stat: Grafikmodus: 2nd – Trace – 3 (Minimum), 2nd – Trace – 4 (Maximum)
- Casio Class Pad: fMin(), fMax()

Um die Extremstellen einer Funktion zu berechnen, müssen SchülerInnen also nur den Befehl kennen und wissen, welche Zusatzinformationen sie eingeben müssen. Es ist also nicht mehr notwendig zu wissen, dass die Extremstellen an jenen x Werten liegen, wo die erste Ableitung der Funktion ihre Nullstellen hat. Einige Lehrpersonen haben deshalb die Befürchtung, dass diese theoretischen Hintergründe völlig verloren gehen. Durch die Spaltung in Typ-1 und Typ-2 Aufgaben bei der Zentralmatura, werden auch theoretische Hintergründe und Kompetenzen abgeprüft. Dadurch tritt dieser Nachteil etwas in den Hintergrund, da die SchülerInnen zusätzlich über die Kompetenzen verfügen müssen.

Technische Geräte sind sehr problemfällig. Dazu gehören zum Beispiel das Abstürzen einer Software, leere Batterien und auch der unerlaubte Zugriff auf die Technologie. Diese Nachteile können genauso die Technologien in Prüfungssituationen treffen. Dadurch könnte das Szenario eintreten, dass eine SchülerIn bei der Schularbeit/Zentralmatura eine Aufgabe via Geogebra löst, aber während der Lösung das Programm wegen eines Stromausfalls abstürzt. Die Aufgabe hätte komplett richtig gelöst werden können, jedoch kann dies niemand beweisen, da keine Zwischenspeicherung durchgeführt worden ist. Dadurch müsste das Beispiel als nicht gelöst gewertet werden, was ein riesiger Nachteil für SchülerInnen ist. Zusätzlich zu den Geräten für die SchülerInnen sollten daher Ersatzgeräte vorhanden sein, da jederzeit ein Absturz oder technischer Defekt eintreten kann.

Als dritter Problembereich wurde die Veränderung der Kompetenzen genannt. Wie bereits in Kapitel 4.2. erläutert, verändern sich ebenso die von den SchülerInnen erwarteten Kompetenzen. Der Fokus liegt also nicht mehr auf dem Operieren sondern auf dem Interpretieren und Experimentieren. Dadurch verlieren die SchülerInnen einige handwerklichen Rechenfähigkeiten, da sie vermehrt für diese Operationen die Technologie verwenden.

Der letzte angesprochene Punkt, behandelt das Thema Sicherheit. Es ist zwar nicht eindeutig ein Nachteil für SchülerInnen, jedoch spielt der Faktor Sicherheit gerade bei softwarebasierenden Technologien eine große Rolle. Über WLAN Netzwerke kann man sich leicht Zugriff auf einen Rechner verschaffen. Es gibt auch unzählig andere Methoden um einen Computer während der Prüfungssituation zu hacken. Dies ist zwar einerseits ein Vorteil für die SchülerInnen, jedoch ist es auch eine unfaire Situation. Außerdem könnten dadurch Außenstehende nicht nur positive Veränderungen der Abgaben tätigen, sondern auch richtige Abgaben manipulieren. Der Faktor Sicherheit muss also noch genau durchdacht werden. Am besten man führt einheitliche Bestimmungen ein, um die Sicherheit zu gewährleisten.

Jürgen Roth hat in seiner Arbeit „Computerwerkzeug und Prüfungen – Probleme, Lösungsansätze und Chancen“ genau auf diese technologischen Probleme hingewiesen. Dabei hat er folgende Probleme im Zuge des Abiturs festgestellt:

- Schaffen von einheitlichen Voraussetzungen auf allen Geräten und Rechnern.
- Korrektur von Prüfungsaufgaben, welche nur elektronisch vorliegen.
- EDV – Räume meistens nur für Kleingruppen (~15 SchülerInnen) konzipiert.
- Unterbinden von gutwilligen/bösartigen Hacker-Angriffen.

Derzeit gibt es also aus der Sicht der Lehrpersonen noch einige Nachteile für die SchülerInnen im Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura. In den ersten Jahren wird sich herausstellen, ob sich obige Probleme und Befürchtungen lösen haben können.

5.6. ERFAHRUNGEN 2014/15

Unter den Befragten waren zwei Lehrpersonen, die bereits im Jahr 2014/15 bei der Zentralmatura Technologien eingesetzt haben. Dabei wurden einige Verbesserungsvorschläge angeführt. Einige davon waren:

- Unfaire Prüfungssituation
- Keine Regelung über konkret zugelassene / geeignete Technologien
- Wenig Ertrag für viel Aufwand durch Technologieeinsatz

Die Prüfungssituation ist derzeit unfair geregelt, da einige SchülerInnen dieselben Aufgaben mit Technologieeinsatz bearbeiten und andere ohne. Jene mit Technologieeinsatz sind dabei wahrscheinlich klar im Vorteil.

Ein weiteres Problem sehen die Lehrpersonen in den ungenauen Angaben über die Art der Technologie. Die Lehrkräfte fühlen sich durch das große Angebot an technologischen Hilfsmitteln überfordert und wissen nicht welches speziell für die Maturaaufgaben am besten geeignet ist. Sie würden sich wünschen, dass das BIFIE konkretere Angaben zu den Technologien macht, sodass klar ist, welche für die Aufgaben am besten geeignet ist.

Die derzeitige Situation der Ausstattung der Schulen ist ein weiterer Nachteil. In kaum einer Schule sind genügend Plätze mit PC vorhanden, damit alle MaturantInnen die Matura mittels Unterstützung einer Software lösen können. Die SchülerInnen können daher nicht genügend auf den verpflichtenden Einsatz von Technologien vorbereitet werden, was ein erheblicher Nachteil ist. Zusätzlich tritt das Problem der Sicherheit auf. Da es in vielen Schulen nicht genügend Geräte für die SchülerInnen gibt, müssen in den meisten Fällen eigene angeschafft werden. Wenn jede SchülerIn auf ihrem eigenem Laptop oder Tablet arbeitet, müssten vor Prüfungen die Geräte auf unerlaubte Dateien überprüft werden. Diese Überprüfung erscheint den Lehrpersonen sehr aufwendig.

Der letzte Kritikpunkt, der angesprochen wurde, war der viel zu große Aufwand für den Technologieeinsatz mit nur geringem Ertrag. Derzeit ist die Zentralmatura nicht auf den Einsatz von Technologien zugeschnitten. Deshalb ist der Vorteil, den man durch den Technologieeinsatz erhält, im Moment nicht gleichzusetzen mit dem großen Aufwand die Technologie in den Unterricht einzuführen. In Zukunft

wird der Vorteil aber ertragreicher werden und dem Aufwand der Einführung der Technologie gleichzusetzen sein.

Die Durchführung der Zentralmatura mit Technologieeinsatz ist also teilweise bereits erprobt. Es gibt einige Kritikpunkte welche aber mit dem verpflichtenden Einsatz von Technologien behoben werden. Natürlich werden bei den ersten Durchgängen der neuen Zentralmatura ab 2017/18 weitere Verbesserungsvorschläge eintreffen. Genaue Kritikpunkte kann man derzeit auch noch nicht nennen, da konkrete Punkte zur Durchführung der zukünftigen Zentralmatura wie zum Beispiel die Sicherheitsfrage, Festlegung der Technologien, Abgabe der Beispiele zum derzeitigem Stand noch nicht festgelegt sind.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die derzeitige Situation in Österreichs Schulen ist laut meiner Befragung und Auswertung anderer Statistiken noch nicht wirklich bereit für eine Zentralmatura mit verpflichtendem Technologieeinsatz. Die Idee und die Möglichkeiten, die die technologische Hilfsmitteln mit sich bringen, werden von vielen Lehrpersonen aber als gut und brauchbar eingestuft.

Durch die Verschiebung der Kompetenzen in den Bereich des Modellierens, Interpretierens und Visualisierens ergeben sich viele neue Möglichkeiten für den Unterricht. Auch die Förderung des Lernertrags wird dabei als sehr wichtig eingestuft. Gerade schwächere SchülerInnen profitieren vom Einsatz technologischer Hilfsmittel stark. Nicht nur die Visualisierung von komplexeren Themen wie zum Beispiel Differenzenquotienten, sondern auch die Auslagerung von Rechenoperationen auf die Technologie unterstützen den Lernerfolg. Die Möglichkeiten, die man als Lehrperson durch die Einführung von Technologien im Unterricht hat, sind groß.

Derzeit sind aber noch nicht in allen Schulen in ausreichendem Umfang Technologien in den Unterricht einbezogen. Besonders in den AHS Oberstufen, sollte aufgrund des verpflichtenden Einsatzes ab 2017/18, möglichst bald mit einer Umstellung des Unterrichts begonnen werden. Meine Untersuchung zeigt, dass nicht alle Lehrpersonen von dem verpflichtenden Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura überzeugt sind und deshalb manche auch im Unterricht noch keine überwiegende Nutzung von Technologien eingeführt haben.

Es zeigt sich, dass ausreichende Kompetenzen der Lehrpersonen im Umgang mit der Technologie eine grundlegende Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung von Technologien im Unterricht ist. Ein großes Problem ist dabei die Zeit, da viele Lehrpersonen einen großen Aufwand in der Einführung einer Technologie sehen und die Unterrichtszeit in vielen Fällen bereits jetzt sehr begrenzt ist.

Als die beiden größten Probleme beim verpflichtenden Einsatz von Technologien, stellen sich jedoch die Ausstattung der Schulen und die zu wenigen Informationen des BIFIE dar. Viele Schulen verfügen gar nicht über die notwendigen Kapazitäten um eine Zentralmatura auf technischen Geräten durchführen zu können. Daher ist es dringend notwendig, dass die EDV-Räume der Schulen aufgestockt werden, sodass jede SchülerIn bei der Matura auf einem eigenen Gerät arbeiten kann.

Alle Lehrpersonen geben an, dass es schwierig ist, sich auf die Umstellung vorzubereiten, da sie keine konkreten Vorgaben des BIFIE haben, wie die neuen Aufgaben aussehen werden. Weiteres wünschen sie sich, dass die Technologien genau festgelegt werden und auch Empfehlungen ausgesprochen werden welche sich am besten für die Zentralmatura eignen.

Die Umstellung der Matura bringt auch Folgen für die Art der Prüfungsbeispiele mit sich. Zum Beispiel werden die Aufgaben bei der Matura mehr Realitätsbezüge haben und auch teilweise nur mit der Hilfe von Technologien lösbar sein.

Zusammenfassend kann man also sagen, dass die Idee und der Nutzen eines technologischen Einsatzes bei der Zentralmatura von den Lehrpersonen überwiegend angenommen werden. Jedoch fehlt es an konkreten Angaben und Bestimmungen, damit sich die Lehrkräfte und SchülerInnen ausreichend darauf vorbereiten können. Außerdem müssen sich die Schulen auch an diese Umstellung anpassen und ihre technologischen Kapazitäten aufrüsten. Die Umstellung der Kompetenzen auf die neuen Bereiche sind ein großer Schritt in Richtung des Entdeckenden Lernens und somit sicherlich eine Förderung der SchülerInnen.

7. QUELLEN

7.1. LINKS

Geogebra:

<https://www.geogebra.org/>, (21.8. 2015)

Casio Europe:

<http://www.casio-europe.com/de/calc/sgr/produkte/casgraphic/fxcp400/> , (22.8. 2015)

BIFIE Grundkompetenzen 2017/18:

https://www.bifie.at/system/files/dl/srdp_am_kompetenzen_2018_teil_a%202015-11-13_0.pdf, (26.1.2016)

Zentralmatura Teil 1 Haupttermin 2015:

https://www.bifie.at/system/files/dl/KL15_PT1_AHS_MAT_T1_CC_AU_0.pdf
(16.3. 2016)

Elternverband Wien:

http://www.elternverband.at/images/pdf/VEV_Pressekonferenz_Schulnebenkosten.pdf (2.2.2016)

Digi4School:

<https://digi4school.at/demo> (16.2.2016)

E-Book BMFI:

<https://www.bmfj.gv.at/ministerin/Aktuelles/Themen/PK-EBooks.html>
(16.2.2016)

Mobile Learning:

<https://www.bmbf.gv.at/ministerium/vp/2015/20150924.html> (21.2.2016)

ÖMG:

<http://www.oemg.ac.at/DK/RPVO-Stellungnahme2.pdf> (15.3.2016)

BIFIE Prüfungsbeurteilung:

<https://www.bifie.at/node/80> (16.3.2016)

Lehrplan AHS Unterstufe:

https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs14_789.pdf?4dzgm2 (18.3.2016)

Lehrplan AHS Unterstufe:

https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_neu_ahs_07_11859.pdf?4dzgm2
(18.3. 2016)

BMBF:

https://www.bmbf.gv.at/schulen/lehr/lfb/bbs.html#heading_Fortbildung_der_LehrerInnen, (16.11. 2015)

PH NOE:

http://www.ph-noe.ac.at/fileadmin/fortbildung/folder/ws2015_16/BildungskatalogWS15.pdf,
(1.11. 2015)

KPH Wien:

http://www.wp1-ftp.kphvie.ac.at/AHS_Journal_2015_verlinkt/HTML/#9, (1.11. 2015)

PH Wien:

http://www.phwien.ac.at/files/VR_Lehre/HLG_und_FB_Angbot/FortbildungsAngbot/SS2016/bk/mobile/index.html, (1.11. 2015)

T3 Österreich:

<http://www.t3oesterreich.at/>, (11.11.2015)

KoMMT PH Noe:

<http://rfdz.ph-noe.ac.at/kommt.html>, (11.11.2015)

SchUG:

https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/1986_472_0/1986_472_0.pdf,
(25.1.2016)

7.2. ABBILDUNGEN

Abbildung 1: Graphische Oberfläche Geogebra, Software Geogebra.

Abbildung 2: Graphische Oberfläche WxMaxima, Software WxMaxima.

Abbildung 3: Graphische Oberfläche TI-Nspire, [http://wikis.zum.de/zum/MMS-SII/Verschiedene Wachstumsarten](http://wikis.zum.de/zum/MMS-SII/Verschiedene_Wachstumsarten), (26.1. 2016)

Abbildung 4: Graphische Oberfläche Casio ClassPad, <http://www.officeworks.com.au/shop/officeworks/p/casio-classpad-fx-cp400-colour-graphing-calculator-shcp400>, (29.3.2016)

Abbildung 5 Graphische Oberfläche TI 82 Stats, http://www.mediatec.ro/cs-photos/products/original/ti-82-stats_94838_1_1360272045.jpg, (26.1. 2016)

Abbildung 6: CAS Fenster Geogebra, Software Geogebra.

Abbildung 7: Einteilung nach Technologiebedarf, Hergert Wilfried, Heugl Helmut, Kutzler Bernhard, Lehmann Eberhard (2000): Welche handwerklichen Rechenkompetenzen sind im CAS-Zeitalter unverzichtbar?, 2000.

Abbildung 8: Anteil der TestteilnehmerInnen welche im Themengebiet weniger als die Hälfte der erreichbaren Punkte erzielten, Embacher, Franz (2014): Self-Assesment-Test-Mathematik für Studierende der Physik an der Universität Wien, Mathematische Vor- und Brückenkurse, Springer, 2014.

Abbildung 9: Beispiele des Self-Assesment Test Physik, Embacher, Franz (2014): Self-Assesment-Test-Mathematik für Studierende der Physik an der Universität Wien, Mathematische Vor- und Brückenkurse, Springer, 2014.

Abbildung 10: Tangentensteigung in Geogebra, Software Geogebra.

Abbildung 11: Beispiel aus Zentralabitur 2012, Heinrich, Rainer: Zeitgemäßer Mathematikunterricht und zentrale Matura – passt das zusammen? TIME, 2014.

Abbildung 12: Ausschnitt Angabe, Roth, Jürgen (2007): Computerwerkzeuge und Prüfungen – Probleme, Lösungsansätze und Chancen, Tagungsband 2006/07, Berlin, 2007.

Abbildung 13: Übersetzungsprozess, Greefrath, Gilbert (2007): Der Einsatz von Computeralgebrasystemen in zentralen Abiturprüfungen, Tagungsband 2006/07, Berlin, 2007.

Abbildung 14: Angabe Teil 1 Zentralmatura 2014,
https://www.bifie.at/system/files/dl/KL15_PT1_AHS_MAT_T1_CC_AU_0.pdf
(16.3.2016)

7.3. TABELLEN

Tabelle 1: Verwendete Technologien im Unterricht, Datenerhebung anhand Interview

Tabelle 2: Anteil an Unterrichtszeit mit Technologie, Datenerhebung anhand Interview

Tabelle 3: Durchschnittliche Anzahl an Fortbildungstagen, Schmich, Schreiner (2010): Bifie Report. 4/2010 Talis 2008: Schule als Lernumfeld und Arbeitsplatz. Vertiefende Analysen aus österreichischer Perspektive, 2010.

7.4. LITERATUR

Ableitinger et al. (2014): Malle Mathematik Verstehen 5, Technologietraining. ÖBV, 2014.

Aumayr, Gertrud (2015): Verstehensorientierter Unterricht mit Blick auf die neue Reifeprüfung in Österreich, 2014.

Bernhard Matthias, Wesselesky Christian (2009): ClassPad im Mathematikunterricht: Nach einer Idee von Wolfram Koepf. Vieweg + Taubner, 2009.

Bescherer Christine (2007): Ergebnisse der Arbeitsgruppe „Mathematikprüfungen im IT-Zeitalter“, Tagungsband 2006/07, Berlin, 2007.

Brayer et al. (2013): Praxishandbuch Oberstufe Teil 2, BIFIE, 2013.

Dorner, Christian (2014): Einsatzmöglichkeiten für GeoGebra in der 5.Klasse AHS. Schriftenreihe zur Didaktik der Mathematik der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft, Heft 47, 2014.

Embacher, Franz (2014): Self-Assesment-Test-Mathematik für Studierende der Physik an der Universität Wien, Mathematische Vor- und Brückenkurse, Springer, 2014.

Greefrath, Gilbert (2007): Der Einsatz von Computeralgebrasystemen in zentralen Abiturprüfungen, Tagungsband 2006/07, Berlin, 2007.

Müller, Thomas (2013): Mathematik leichter begreifen – TI Nspire bereits in der Sek1? Ein Diskussionsbeitrag zum Unterricht mit Technologie. ÖMG, Heft 46, 2013.

Hergert Wilfried, Heugl Helmut, Kutzler Bernhard, Lehmann Eberhard (2000): Welche handwerklichen Rechenkompetenzen sind im CAS-Zeitalter unverzichtbar?, 2000.

Heugl, Helmut (2014): Mathematikunterricht mit Technologie: Ein didaktische Handbuch mit einer Vielzahl an Aufgaben, Veritas, 2014.

Hofbauer, Peter (2014): Wie viel bzw. welches CAS benötigt man für die sRDP AM, Time 2014.

Hohenwarter Markus, Lindner Andreas, Reichenberger Sandra (2013): Grundkompetenzen und Technologie. Schriftenreihe zur Didaktik der Mathematik der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft, Heft 45, 2013.

Höferer, Erwin (2014): Evaluierung des Einsatzes von Geogebra und Excel im Mathematik-Unterricht.
https://www.imst.ac.at/files/projekte/1375/berichte/1375_Langfassung_Hoeferer.pdf, (29.8. 2015)

Heinrich, Rainer (2014): Zeitgemäßer Mathematikunterricht und zentrale Matura – passt das zusammen? TIME, 2014.

Kirchberg, Steffen (2015): Dyskalkulie im Jugend- und Erwachsenenalter: Eine Studie zum produktiven Umgang mit Rechenschwäche in der Berufsschule, disserta Verlag, Hamburg, 2015

Korenova, Lilla (2014): Pc, Tablet or Graphing Calculator? TIME, Krems, 2014.

Lehmann, Eberhard (2007): Vorbereitungen von Lehrerinnen und Schülerinnen auf das Zentralabitur mit CAS, Tagungsband 2006/07, Berlin, 2007.

Liebscher Marlies, Zeiler Helmut (2012): Mathematik an AHS,BMBF 2012.

Liebscher et al. (2013): Praxishandbuch Oberstufe Teil 1, BIFIE, 2013.

Müller, Thomas (2013): Mathematik leichter begreifen – TI-Nspire bereits in der Sek1? Ein Diskussionsbeitrag zum Unterricht mit Technologie. Schriftenreihe zur Didaktik der Mathematik der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft, Heft 46, 2013.

Prinz, Roland (2015): Mathematik Verstehen 5, Casio. ÖBV, 2015.

Roth, Jürgen (2007): Computerwerkzeuge und Prüfungen – Probleme, Lösungsansätze und Chancen, Tagungsband 2006/07, Berlin, 2007.

Siller H.S., et al. (2013): Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung, BIFIE, 2013.

Schmich, Schreiner (2010): Bifie Report. 4/2010 Talis 2008: Schule als Lernumfeld und Arbeitsplatz. Vertiefende Analysen aus österreichischer Perspektive, 2010.

Weilharter, Johann (2006): Verwendung des CAS Maxima im Mathematikunterricht an der Bundeshandelsakademie Tamsweg (mit der Lernplattform Classserver 3.0 von Microsoft).
http://www.edidaktik.at/tagungsband06/tag_1/pdf/Weilharter.pdf, (25.1.2016)

Wessenberg, Brigitte (2013): sRDP orientierte Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung mit TI82 Stats, Pädagogische Hochschule Salzburg, 2013.

Zöpfl, Christian (2014): Workshop zum TI Navigator auf der Time 2014

ANHANG

INTERVIEWLEITFADEN

Thema: „Verpflichtender Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura in Mathematik ab 2017/18“

Einleitung

- Kurze Vorstellung meiner Person (Studium, Fächer)
- Kurze Vorstellung meiner Diplomarbeit (Thema, Umfang, Ziel)

Hauptteil

- Verwenden Sie zum Beispiel Geogebra, WxMaxima, Ti-Nspire, Casio oder den TI-Voyage im Mathematik Unterricht? Oder eine hier nicht genannte Technologie?
- Wie oft verwenden Sie diese Technologien?
- Befürworten Sie den verpflichtenden Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura 2017/18?

Vorbereitung Lehrkräfte

- Haben Sie bereits Kompetenzen im Einsatz von Technologien?
- Besuchen Sie Fortbildungskurse? Wie wurden Sie auf diese Fortbildungsmöglichkeiten aufmerksam?

Vorbereitung SchülerInnen

- Ab welcher Schulstufe finden Sie einen Einsatz von Technologien sinnvoll?
- Wie binden Sie den Einsatz von Technologien in den Unterricht ein?
- Wird anschließend nur noch ausschließlich mit Unterstützung der Technologie gearbeitet oder gibt es auch noch klassisches „Kopfrechnen“?

Vor- und Nachteile

- Welche Vorteile ergeben sich für SchülerInnen im Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura?
- Welche Nachteile ergeben sich für SchülerInnen im Einsatz von Technologien bei der Zentralmatura?

Zentralmatura 2014/15

- Haben Sie bei der Zentralmatura 2014/15 schon Technologien verwendet?
- Haben Sie damit positive oder negative Erfahrungen gemacht?
- Haben Sie Verbesserungsvorschläge in der Durchführung?