

26.2.2020

# Die Unterschiede im Technologie- einsatz bei der Mathematik Zentralmatura



# MATHAGO

Deniz Arun, MA MSc

## Inhalt

Die Ausgangslage.....	2
Die eingesetzten Technologien .....	3
GeoGebra .....	3
Die Herausforderer.....	4
Casio Classpad II .....	4
TI Nspire CX II-T CAS .....	4
TI 82 Stats .....	4
Der Test .....	5
Die Ergebnisse .....	6
AHS .....	6
BHS .....	8
Konklusio .....	10
Abbildungsverzeichnis.....	12

## Die Ausgangslage

Seit dem Schuljahr 2014/15 (AHS) respektive 2015/16 (BHS) wird die schriftliche Mathematik Matura, oder Standardisierte kompetenzorientierte schriftliche Reifeprüfung (AHS) bzw. Reife- und Diplomprüfung (BHS), wie sie offiziell heißt, zentral abgeprüft. Dabei kommen unterschiedliche Technologien zum Einsatz. Eine Umfrage unter 322 angehenden Maturantinnen und Maturanten auf Instagram ergab Schultypunabhängig einen Anteil von 58% an GeoGebra Userinnen und Usern und einen Anteil von 42% von Schülerinnen und Schülern, die einen Taschenrechner verwenden (siehe Abbildung 1). Aus Erfahrung weiß man, dass der Anteil an GeoGebra in der AHS etwas höher und in der BHS etwas darunter liegt.

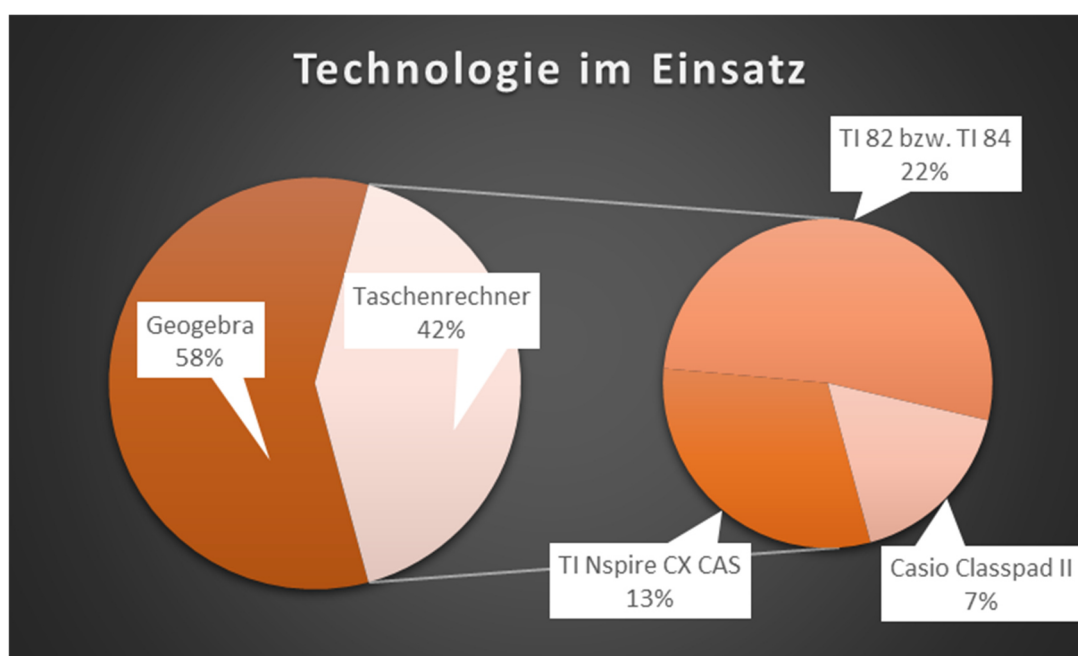


Abbildung 1: Ergebnis der Instagram Umfrage zum Technologieeinsatz

Seit der Einführung der Mathematik Zentralmatura besteht der Verdacht, dass Schülerinnen und Schüler mit GeoGebra einen Vorteil gegenüber jenen mit einem Taschenrechner haben. Diesen Verdacht zu überprüfen und, sofern vorhanden, diesen Vorteil zu beziffern sind die Beweggründe für dieser Arbeit.

## Die eingesetzten Technologien

Wie oben beschrieben kommen bei der Mathematik Zentralmatura neben GeoGebra auch diverse Taschenrechnermodelle sowohl mit als auch ohne CAS (Computer Algebra System) Funktion zum Einsatz. In diesem Kapitel sollen neben GeoGebra auch die 3 gängigsten Taschenrechner, welche bei diesem Experiment auch zum Einsatz kamen, kurz vorgestellt werden.

### GeoGebra



Abbildung 2: GeoGebra als App, Web App bzw. Browserversion<sup>1</sup>

GeoGebra ist eine kostenlose dynamische Mathematiksoftware für Lehrende und Lernende aller Altersklassen. Sie verbindet Geometrie, Algebra, Tabellen, Zeichnungen, Statistik und Analysis in einem einfach zu bedienenden Softwarepaket. GeoGebra ist außerdem eine stark wachsende Community bestehend aus Millionen von NutzerInnen aus fast allen Ländern der Welt. GeoGebra ist die weltweit führende Mathematiksoftware und unterstützt innovatives Lehren und Lernen der MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) auf der ganzen Welt.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> [geogebra.org/newsfeed](https://www.geogebra.org/newsfeed)

<sup>2</sup> [geogebra.org/about](https://www.geogebra.org/about)

## Die Herausforderer



Abbildung 3: Die „Herausforderer“ v.l.: Casio Classpad II, TI Nspire CX II-T CAS, TI 82 Stats

### Casio Classpad II

Grafikrechner mit Computer Algebra System und hochauflösendem sowie berührungssensitiven Farb-Display. Das neueste Modell der ClassPad-Serie bietet eine intuitive Bedienung und sorgt für einen anschaulichen Mathematikunterricht.<sup>3</sup>

### TI Nspire CX II-T CAS

Die TI-Nspire™ CX II-T Graphikrechner der nächsten Generation bieten dieselben Funktionen, mit denen die bekannten TI-Nspire™ CX Modelle zu idealen Begleitern im MINT-Unterricht ab Sekundarstufe I wurden – plus neue Funktionalitäten. Beide TI-Nspire™ CX II-T Graphikrechner verfügen über ein hochauflösendes Display in Farbe, eine einheitliche Benutzeroberfläche, umfangreiche Graphikfunktionen und integrierte Applikationen. Diese Applikationen sind dynamisch verlinkt und eröffnen vielseitige Darstellungsoptionen.<sup>4</sup>

### TI 82 Stats

Der TI-82 STATS ist das Einsteigermodell in die Welt der Graphikrechner. Er empfiehlt sich für den Einsatz in Sekundarstufe I und II. Er zeichnet sich durch einen teilbaren Display und eine interaktive graphische Analyse mit Ableitungen™ und Integralen aus.<sup>5</sup>

<sup>3</sup> <https://www.casio-europe.com/de/produkte/schul-und-grafikrechner/cas-grafikrechner/fx-cp400/>

<sup>4</sup> [education.ti.com/de/products/calculators/graphing-calculators/ti-nspire-cx-ii-cx-ii-cas](https://education.ti.com/de/products/calculators/graphing-calculators/ti-nspire-cx-ii-cx-ii-cas)

<sup>5</sup> <https://education.ti.com/de/products/calculators/graphing-calculators/ti-82-stats>

## Der Test

Für diesen Test wurden die vergangenen 6 Matura Termine (Mai 2018 bis Jänner 2020) betrachtet. Dabei kamen folgende Technologien, je nach Vorkommen in den verschiedenen Schultypen, zum Einsatz:

- GeoGebra (AHS und BHS)
- Casio Classpad II (nur AHS)
- TI Nspire CX II-T CAS (AHS und BHS)
- TI 82 Stats (nur BHS)

Weiters wurde bei der BHS der Einfachheit halber nur der Teil B des Clusters W1 betrachtet (Die BHS Zentralmatura besteht im Teil B aus 5 verschiedenen Clustern, die nach Schultyp unterteilt sind. Der Cluster W1 betrifft alle HLFS und HUM Schultypen. Allerdings besteht die BHS Matura auch aus einem Teil A, der für alle Schultypen ident ist.)

Sowohl bei der AHS als auch bei der BHS Mathematik Matura können insgesamt 48 Punkte erreicht werden. Bis auf wenige Ausnahmen bei der AHS, bei denen auch halbe Punkte vergeben werden, bekommt man für jedes Item (Aufgabenstellung) einen Punkt.

In diesem Test wurde jedes Item darauf überprüft, ob ein Technologieeinsatz möglich war oder nicht. War ein Item mit Hilfe von GeoGebra bzw. einem Taschenrechner lösbar, so wurde die zur Lösung des Items benötigte Zeit gestoppt und dokumentiert. War das Item nicht mit Hilfe von Technologie lösbar, wurden automatisch 2 Minuten Bearbeitungszeit berechnet.

## Die Ergebnisse

Im Folgenden werden die Testergebnisse nach Schultyp, Maturatermin und Technologie unterschieden dargestellt.

### AHS

Anzahl an Items mit Technologieeinsatz						
	GeoGebra		TI Nspire CX II-T CAS		Casio Classpad II	
	#	%	#	%	#	%
KL18_PT1	21	43,8%	17	36,2%	17	35,4%
KL18_PT2	24	50,0%	22	45,8%	18	37,5%
KL18_PT3	21	43,8%	21	43,8%	20	41,7%
KL19_PT1	30	62,5%	29	60,4%	27	56,3%
KL19_PT2	30	62,5%	26	54,2%	24	50,0%
KL19_PT3	25	52,1%	23	47,9%	22	45,8%
<b>Durchschnitt</b>	<b>25</b>	<b>52,4%</b>	<b>23</b>	<b>48,0%</b>	<b>21</b>	<b>44,4%</b>

Abbildung 4: Anzahl der Items, die mit Hilfe von Technologie bei der AHS Matura gelöst werden konnten und ihr Anteil an der gesamten Mathematik Matura für jede der drei eingesetzten Technologien.

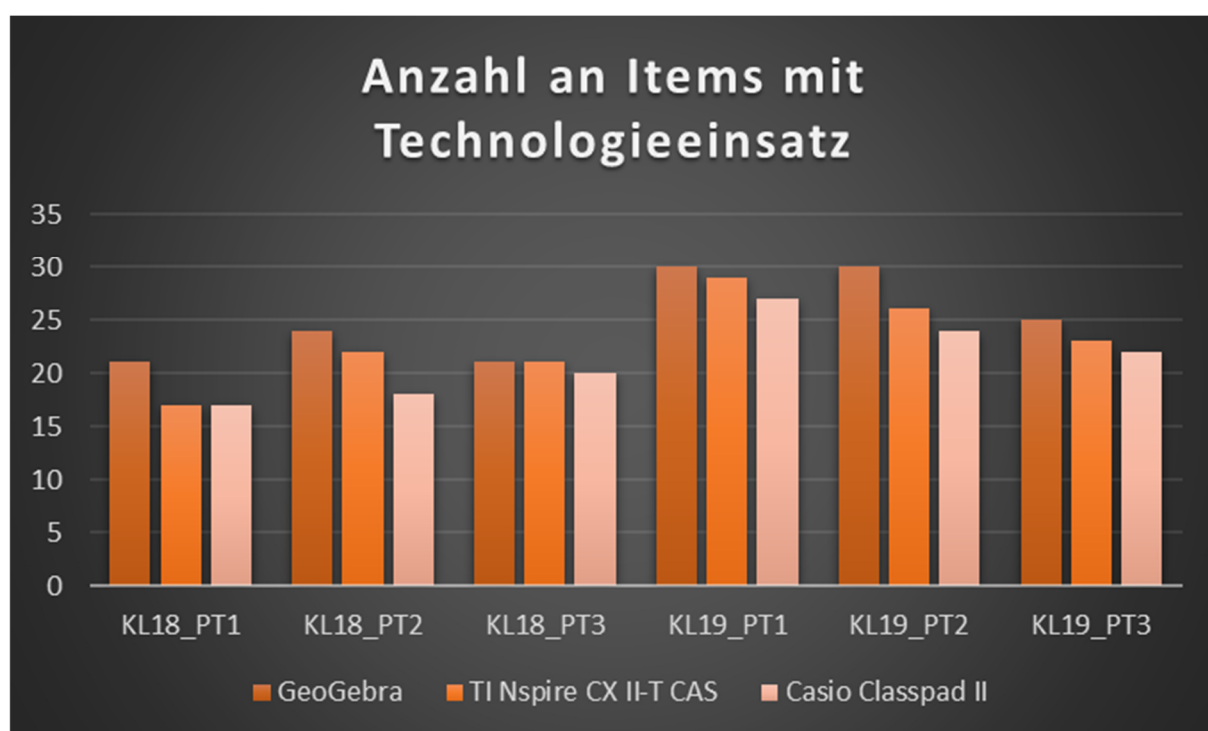


Abbildung 5: Anzahl der Items, die mit Hilfe von Technologie bei der AHS Matura mit GeoGebra bzw. den beiden getesteten Taschenrechnern gelöst werden konnten als Säulendiagramm dargestellt.

Benötigte Zeit für eine Matura Prüfung						
	GeoGebra		TI Nspire CX II-T CAS		Casio Classpad II	
	Zeit in h	%	Zeit in h	%	Zeit in h	%
KL18_PT1	1,16	0,0%	1,25	7,7%	1,29	10,7%
KL18_PT2	1,14	0,0%	1,24	9,0%	1,30	14,1%
KL18_PT3	1,10	0,0%	1,16	5,0%	1,16	5,3%
KL19_PT1	0,91	0,0%	0,98	8,1%	1,01	11,6%
KL19_PT2	0,94	0,0%	1,05	11,7%	1,07	14,0%
KL19_PT3	1,01	0,0%	1,09	7,9%	1,09	7,9%
Durchschnitt	1,04	0,0%	1,13	8,2%	1,15	10,6%

Abbildung 6: Die benötigte Zeit für eine AHS Mathematik Matura Prüfung nach Termin und Technologie unterschieden. Außerdem ist der Prozentanteil an zeitlichem Mehraufwand im Vergleich zu jener Technologie, mit der die Prüfung am schnellsten gelöst werden konnte, angegeben.

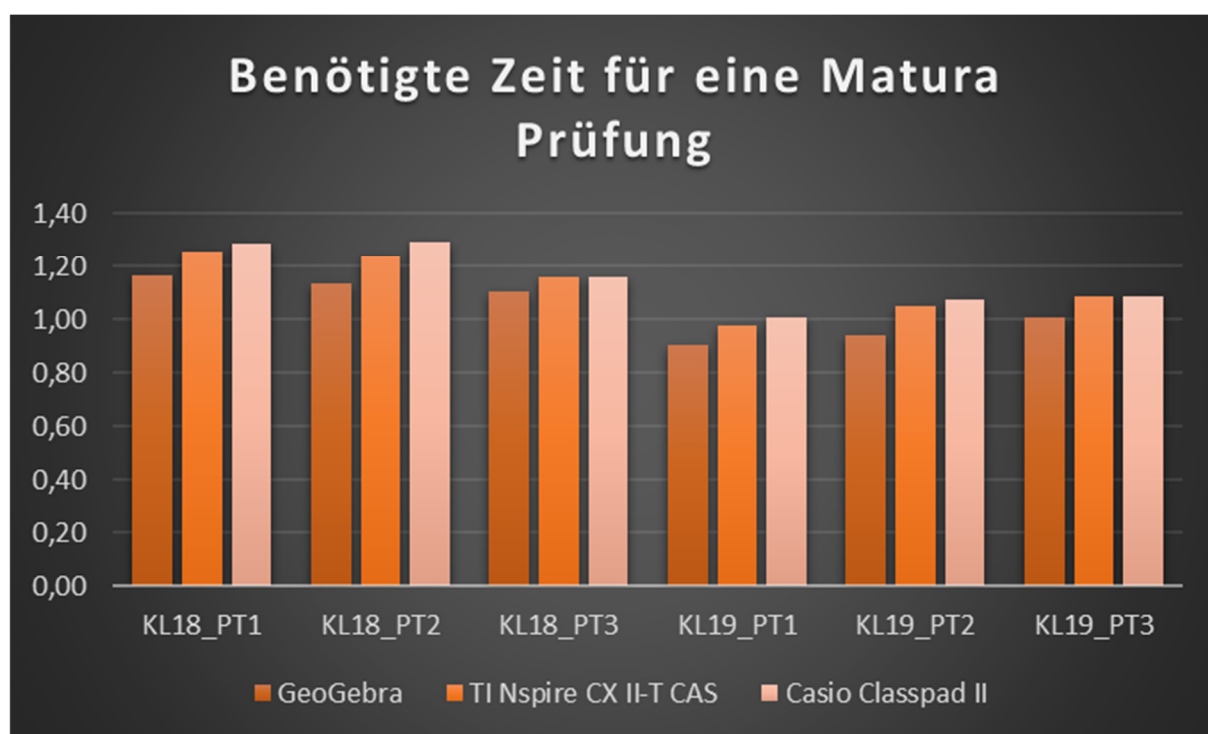


Abbildung 7: Die benötigte Zeit für eine AHS Mathematik Matura Prüfung nach Termin und Technologie in einem Säulendiagramm dargestellt.



BHS

Anzahl an Items mit Technologieeinsatz						
	GeoGebra		TI Nspire CX II-T CAS		TI 82 Stats	
	#	%	#	%	#	%
KL18_PT1	28	58,3%	28	58,3%	28	58,3%
KL18_PT2	26	54,2%	25	52,1%	21	43,8%
KL18_PT3	27	56,3%	26	54,2%	25	52,1%
KL19_PT1	30	62,5%	30	62,5%	25	52,1%
KL19_PT2	26	54,2%	22	45,8%	20	41,7%
KL19_PT3	21	43,8%	21	43,8%	19	39,6%
<b>Durchschnitt</b>	26	54,9%	25	52,8%	23	47,9%

Abbildung 8: Anzahl der Items, die mit Hilfe von Technologie bei der BHS Matura gelöst werden konnten und ihr Anteil an der gesamten Mathematik Matura für jede der drei eingesetzten Technologien.

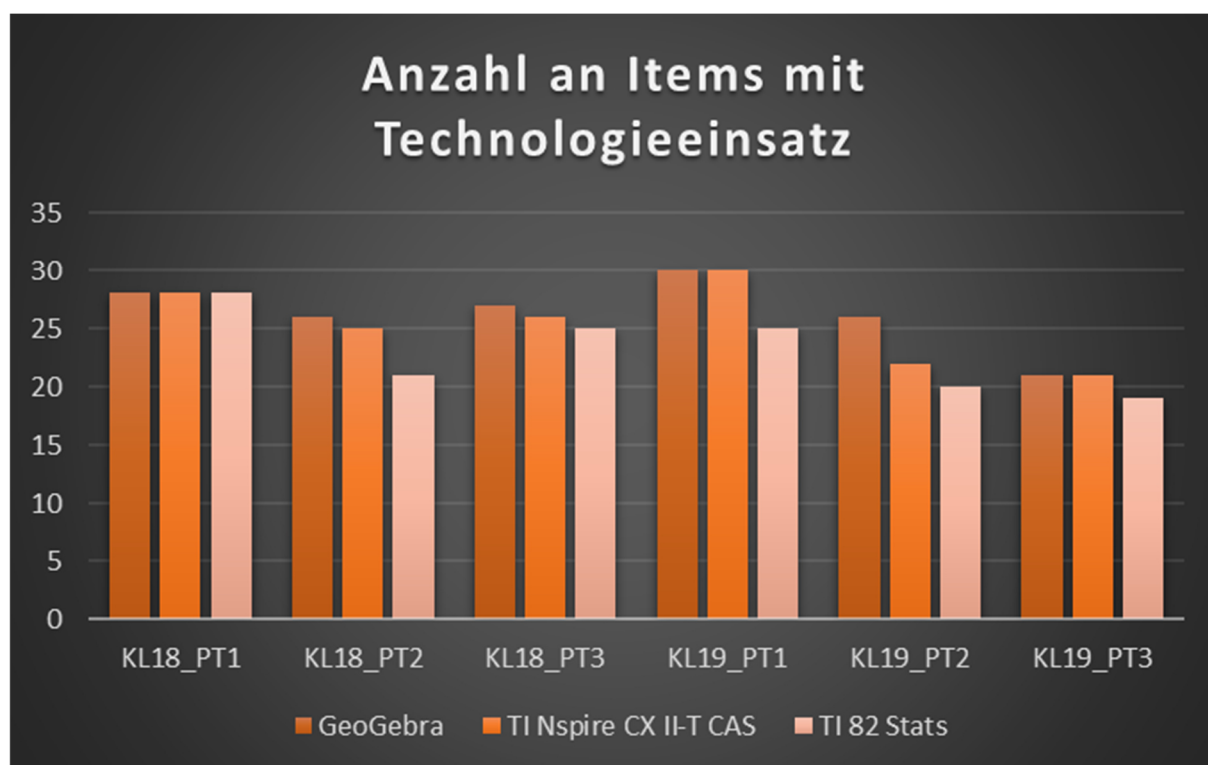


Abbildung 9: Anzahl der Items, die mit Hilfe von Technologie bei der BHS Matura mit GeoGebra bzw. den beiden getesteten Taschenrechnern gelöst werden konnten als Säulendiagramm dargestellt.

Benötigte Zeit für eine Matura Prüfung						
	GeoGebra		TI Nspire CX II-T CAS		TI 82 Stats	
	Zeit in h	%	Zeit in h	%	Zeit in h	%
KL18_PT1	0,86	0,0%	0,88	3,1%	0,94	10,1%
KL18_PT2	0,91	0,0%	0,96	5,9%	1,08	19,2%
KL18_PT3	0,90	0,0%	0,93	4,3%	0,97	8,4%
KL19_PT1	0,82	0,0%	0,85	3,7%	0,99	20,3%
KL19_PT2	0,94	0,0%	1,03	10,5%	1,09	16,9%
KL19_PT3	1,04	0,0%	1,06	2,1%	1,12	7,9%
<b>Durchschnitt</b>	0,91	0,0%	0,95	4,9%	1,03	13,8%

Abbildung 10: Die benötigte Zeit für eine BHS Mathematik Matura Prüfung nach Termin und Technologie unterschieden. Außerdem ist der Prozentanteil an zeitlichem Mehraufwand im Vergleich zu jener Technologie, mit der die Prüfung am schnellsten gelöst werden konnte, angegeben.

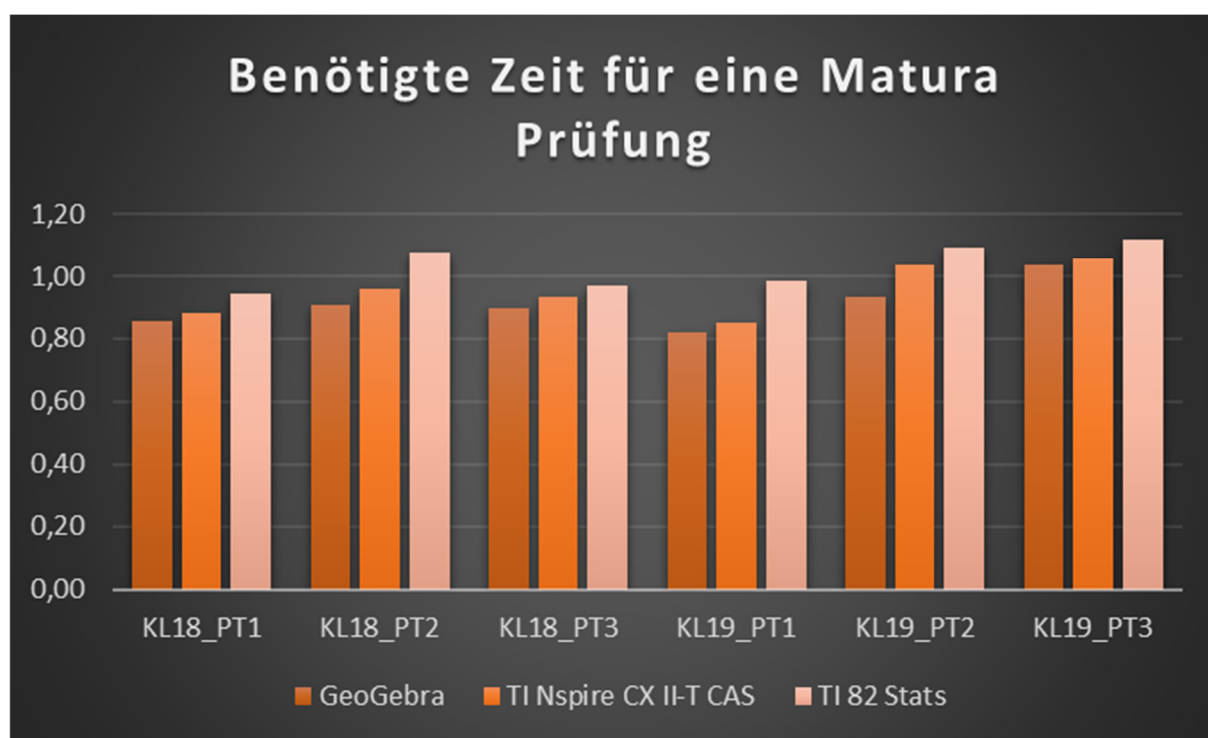


Abbildung 11: Die benötigte Zeit für eine BHS Mathematik Matura Prüfung nach Termin und Technologie in einem Säulendiagramm dargestellt.

## Konklusio

Der in der Einleitung geäußerte Verdacht hat sich nach der Durchführung des Tests erhärtet. Bei keinem Maturatermin in keiner der beiden Schultypen konnten die Aufgaben mit einem der Taschenrechner schneller berechnet werden als mit GeoGebra. Auch konnten mit GeoGebra im Schnitt einige Aufgaben mehr gelöst werden als mit den konkurrierenden Taschenrechnermodellen.

Bei der AHS konnten im Schnitt 25 der 48 Aufgaben und somit etwas mehr als die Hälfte der Items mit GeoGebra gelöst werden. Im Vergleich zu den Taschenrechnern waren das um 2 (TI Nspire CX II-T CAS) bzw. 4 (Casio Classpad II) Aufgaben mehr, die mit GeoGebra verarbeitet werden konnten.

Das führte bei der AHS dazu, dass im Vergleich zu GeoGebra ein zeitlicher Mehraufwand von 8,2% mit dem TI Nspire CX II-T CAS und von 10,6% mit dem Casio Classpad II notwendig war. Das hört sich im ersten Moment nicht so gravierend an, bedeutet aber bei einer angenommenen durchschnittlichen Bearbeitungszeit der Matura von 200 Minuten einen zusätzlichen Aufwand von ca. 20 Minuten. Und 20 Minuten mehr Zeit zum Kontrollieren der gegebenen Antworten ist ein deutlicher Vorteil.

Bei der BHS bietet sich ein ähnliches Bild. Hier sind es im Schnitt sogar 26 von 48 Items, welche mit GeoGebra gelöst werden konnten und somit ebenfalls deutlich mehr als 50% der gestellten Aufgaben. Und auch hier hinken die getesteten Taschenrechner im Schnitt um 1 (TI Nspire CX II-T CAS) bzw. 3 (TI 82 Stats) Aufgaben hinterher.

Zeitlich ist der TI Nspire CX II-T CAS GeoGebra deutlich auf den Fersen und es wurden durchschnittlich weniger als 5% mehr Zeit benötigt. Dafür ist der TI 82 Stats mit einem mittleren zeitlichen Mehraufwand von 13,8% erheblich abgeschlagen.

Vergleicht man die beiden Schultypen, so fällt auf, dass die durchschnittliche Bearbeitungszeit bei der BHS eine Spur kürzer ist als in der AHS. Und dies, obwohl die Anzahl an mit Technologie zu lösenden Items nur minimal voneinander abweichen.

Doch woran liegen die zeitlichen Unterschiede? Zum einen ist sicher die angenehmere Bedienung von GeoGebra mit Tastatur und Maus hervorzuheben. Befehle können somit viel schneller eingegeben und Fenster den Begebenheiten angepasst werden. Außerdem sind Zeichnungen deutlich schneller erstellt und lassen sich rascher im dafür vorgesehenen Koordinatensystem darstellen. Ein weiterer Aspekt, der vor allem in der AHS bzw. ganz allgemein bei Theoriefragen zum Einsatz kommt, sind so genannte Schieberegler, mit welchen man beispielsweise die Auswirkungen der einzelnen Parameter einer Funktion auf den Funktionsgraphen sehr leicht beobachten und daraus einen Nutzen ziehen kann.

An dieser Stelle sei aber auch die ein oder andere Funktion der Taschenrechner erwähnt, die diese GeoGebra voraushaben. So ist der Finanzmathematik Rechner bei allen drei getesteten Modellen sehr

gut ausgeprägt und bietet zumindest bei unterjährigen Zahlungen und Zahlungen mit mehreren Verzinsungsperioden pro Jahr einen Vorteil gegenüber GeoGebra. Hervorgehoben werden muss auch die Möglichkeit der Einheitenumrechnung des TI Nspire CX II-T CAS.

Dennoch sind der zeitliche Faktor und die Anzahl der mit GeoGebra zu lösenden Aufgaben einfach ein schlagendes Argument, um Österreichs Schulen endlich ins 21. Jahrhundert zu holen. Wir befinden uns im Jahr 2020 und verwenden bei der Mathematik Matura noch einen Taschenrechner dessen Ursprünge im letzten Jahrtausend liegen (Der TI 82 kam 1993 auf den Markt und die aktuell verwendete verbesserte Stats Version stammt aus dem Jahr 2003<sup>6</sup>).

Außerdem hat man mit der Zentralmatura einen guten und wichtigen Schritt hin zu einer objektiven Beurteilung der Mathematik Matura und den mathematischen Fähigkeiten der Maturantinnen und Maturanten gemacht und den Schülerinnen und Schülern gleiche Bedingungen geschaffen, nur um diese dann durch die unterschiedlichen und zum Teil veralteten Technologien wieder zu Nichte zu machen. Neben dem TI 82 Stats werden auch noch andere, eher nicht so gängige Modelle, die zum Teil noch älter sind und noch weniger Lösungsmöglichkeiten bieten, eingesetzt, z.B. Sharp EL-9950.

Ein interessanter Aspekt ergibt sich im Übrigen auch noch bei der Betrachtung des Haupttermins der Matura im Mai 2019 (KL19\_PT1) sowohl der AHS als auch der BHS. Dieser war der erste Termin nach einigen Änderungen an den Inhalten und der Struktur der Mathematik Matura auf Grund der medialen und meiner Meinung nach etwas überzogenen Kritik gegenüber dem Haupttermin aus dem Jahr 2018 (KL18\_PT1). Der Termin im Mai 2019 hat sowohl bei der AHS als auch bei der BHS durchschnittlich eine deutlich höhere Anzahl an Items, die mit Technologieeinsatz gelöst werden konnten. Außerdem war dieser Termin jener, der die geringste Bearbeitungszeit in Anspruch nahm, was auf den erhöhten Technologieeinsatz zurück zu führen ist.

---

<sup>6</sup> [de.wikipedia.org/wiki/TI-82](https://de.wikipedia.org/wiki/TI-82)

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ergebnis der Instagram Umfrage zum Technologieeinsatz .....	2
Abbildung 2: GeoGebra als App, Web App bzw. Browserversion .....	3
Abbildung 3: Die „Herausforderer“ v.l.: Casio Classpad II, TI Nspire CX II-T CAS, TI 82 Stats.....	4
Abbildung 4: Anzahl der Items, die mit Hilfe von Technologie bei der AHS Matura gelöst werden konnten und ihr Anteil an der gesamten Mathematik Matura für jede der drei eingesetzten Technologien. ....	6
Abbildung 5: Anzahl der Items, die mit Hilfe von Technologie bei der AHS Matura mit GeoGebra bzw. den beiden getesteten Taschenrechnern gelöst werden konnten als Säulendiagramm dargestellt. ....	6
Abbildung 6: Die benötigte Zeit für eine AHS Mathematik Matura Prüfung nach Termin und Technologie unterschieden. Außerdem ist der Prozentanteil an zeitlichem Mehraufwand im Vergleich zu jener Technologie, mit der die Prüfung am schnellsten gelöst werden konnte, angegeben.....	7
Abbildung 7: Die benötigte Zeit für eine AHS Mathematik Matura Prüfung nach Termin und Technologie in einem Säulendiagramm dargestellt.....	7
Abbildung 8: Anzahl der Items, die mit Hilfe von Technologie bei der BHS Matura gelöst werden konnten und ihr Anteil an der gesamten Mathematik Matura für jede der drei eingesetzten Technologien. ....	8
Abbildung 9: Anzahl der Items, die mit Hilfe von Technologie bei der BHS Matura mit GeoGebra bzw. den beiden getesteten Taschenrechnern gelöst werden konnten als Säulendiagramm dargestellt. ....	8
Abbildung 10: Die benötigte Zeit für eine BHS Mathematik Matura Prüfung nach Termin und Technologie unterschieden. Außerdem ist der Prozentanteil an zeitlichem Mehraufwand im Vergleich zu jener Technologie, mit der die Prüfung am schnellsten gelöst werden konnte, angegeben.....	9
Abbildung 11: Die benötigte Zeit für eine BHS Mathematik Matura Prüfung nach Termin und Technologie in einem Säulendiagramm dargestellt.....	9