

Der grafikfähige Taschenrechner (Teil 2): ein überflüssiges und untaugliches Gerät

von Alexander Roentgen

Nachdem ich im ersten Teil der GTR-Serie gezeigt habe, welche merkwürdige Schlussfolgerung die Landesregierung aus der Anhörung von Sachverständigen gezogen hat, möchte ich in diesem zweiten Teil die Diskussion um den GTR ergänzen und selber Stellung nehmen.

Bei der Diskussion im Ausschuss für Schule und Weiterbildung (Sitzung vom 19.03.2014) ging es um diese Fragen/Aspekte:

1. Ist der GTR sinnvoll?
2. Sind sogenannte Smartphones, Tablets, Laptops brauchbare Alternativen zum GTR?
3. Inwiefern ist der GTR „prüfungssicher“?
4. Ist er zu teuer? Wie ist er zu finanzieren?

Ich werde die erste Frage mit „nein“ beantworten. Von daher erübrigen sich die dritte und die vierte Frage, da sie zweitrangig sind – auch wenn der Schwerpunkt in der Diskussion im Ausschuss (19.03.) ein anderer war.¹ Auf die zweite Frage werde ich im dritten und letzten Teil dieser Serie eingehen; die Antwort ergibt sich aus der Antwort auf die erste Frage.

Dennoch kurz und allgemein zu 3.) und 4.): Ein Werkzeug sollte einem das Leben erleichtern, nicht verkomplizieren und Probleme bereiten. Der GTR scheint eher letzteres zu tun. [Jede Maßnahme, die das Ministerium sich ausdenkt, sollte im Vorhinein daraufhin geprüft werden, wie viel Aufwand (= Arbeitszeit $\hat{=}$ Unterrichtszeit) sie die Lehrer und Schulleitungen vor Ort kostet – als ob die Schulen nicht ausgelastet sind!] Davon abgesehen halte ich die Finanzierungsmodelle, die das Ministerium anregt, insbesondere die Inanspruchnahme von „Sozialprogrammen“ der GTR-Hersteller, nicht mit dem Sozial- und Rechtsstaatsgebot des Grundgesetzes vereinbar.

Ist der Einsatz des GTR im Mathematikunterricht sinnvoll?

Vor einer Antwort sollte ich vergegenwärtigen, welcher Zweck angeblich mit dem GTR verfolgt wird:

- Im GTR-Erlass bzw. in dessen Vorspann lese ich:

Die Graphikfähigkeit von wissenschaftlichen Taschenrechnern bedeutet für die Mathematik in der Sekundarstufe II eine erhebliche Erweiterung unterrichtlicher Möglichkeiten. [...]

Der Gebrauch von grafikfähigen Taschenrechnern erlaubt nach fachdidaktischen Gesichtspunkten eine Entlastung von kalkülorientierten Routineberechnungen und eine schnelle Visualisierung von Graphen. Er ermöglicht damit einen kreativen Umgang mit mathematischen Fragestellungen.

¹„Ich glaube, dass wir miteinander nicht mehr über die Frage der Sinnhaftigkeit medialer Unterstützung im Mathematikunterricht zu sprechen brauchen.“ (Sigrid Beer, MdL)

- In der Antwort der Landesregierung vom 11.03.2014 auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Yvonne Gebauer und Ingola Schmitz (siehe Teil 1) heißt es:

Parallel zum oben genannten Erlass tritt im Fach Mathematik der neue Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe in Kraft. Der Taschenrechner kann durch geeigneten Einsatz die mathematischen Prozesse in den Kompetenzbereichen „Modellieren“, „Problemlösen“ und „Argumentieren“ sinnvoll unterstützen.

Eine Entlastung von kalkülorientierten Routineberechnungen und eine schnelle Visualisierung von Graphen ermöglichen den kreativen Umgang mit mathematischen Fragestellungen und eine Fokussierung auf Lösungswege. Der Einsatz von grafikfähigen Taschenrechnern ermöglicht die Behandlung realitätsnaher Aufgaben in schülerorientierten Anwendungssituationen, die auch dann eine Modellierung ermöglichen, wenn nicht ausschließlich „glatte Zahlen“ gegeben sind.²

- Im Bericht der Landesregierung vom 17.06.2014 ist zu lesen:

Ausschlaggebend für den o.g. Erlass [vom 27.06.2012] sind fachdidaktische Gründe. Das Verständnis mathematischer Konzepte soll durch den Einsatz von GTR im Unterricht nachhaltig gefördert werden. Eine schnelle Visualisierung von Graphen und eine Entlastung von kalkülorientierten Routineberechnungen ermöglichen eine Fokussierung auf die Erarbeitung von mathematischen Fragestellungen. Zusammen mit dem neuen Kernlehrplan Mathematik für die gymnasiale Oberstufe wird hierdurch die Weiterentwicklung eines anspruchsvollen Mathematikunterrichts gefördert.³

Die Worte hör' ich wohl, allein mir fehlt der Glaube... Einerseits klingt es so, als ob mit dem Einsatz des GTR eine neue Zeitrechnung in der Geschichte des Mathematikunterrichts anbricht. Andererseits werden Formulierungen benutzt, die die angeblichen Vorzüge des GTR relativieren: „kann“, „ermöglicht“, „soll“.

Gehen wir die Behauptungen im einzelnen durch:

„Eine Entlastung von kalkülorientierten Routineberechnungen und eine schnelle Visualisierung von Graphen ermöglichen den kreativen Umgang mit mathematischen Fragestellungen und eine Fokussierung auf Lösungswege.“

Mit der Kreativität ist das so eine Sache. Allzu oft verbirgt sich hinter dem Begriff ein hohles Zauber- und Modewort. Ohne den Begriff hier ausführlich zu erläutern: Ein durch und durch standardisiertes Schulwesen (welches in Nordrhein-Westfalen dank Lernstandserhebungen, Zentralabitur und Qualitätsanalyse vorherrscht) wirkt jeder Kreativität entgegen. Kreativität kann nicht per Lehrplan gefördert, forciert oder eingeübt werden – das widerspricht ihrem Wesen. Davon abgesehen: Ist ein „kreativer Umgang mit mathematischen Fragestellungen“ ohne den GTR nicht möglich? Wenn nicht, soll ausgerechnet ein stupider Apparat Kreativität mobilisieren? Wie das? Wenn ein Schüler „Routineberechnungen“ selbst durchführen muss, kann er dann mit mathematischen Fragestellungen nicht kreativ umgehen? Wenn nicht, wie bewirkt die „Entlastung“ von diesen Berechnungen die Kreativität? Ferner: Graphen können dank GTR (der laut Sachverständigen eine hohe Einarbeitungszeit erfordert und umständlich zu bedienen ist) „schnell visualisiert“ werden – was hat das wiederum mit Kreativität zu tun? Im Übrigen: Können Graphen nicht auch in gedruckter Form (in einem Schulbuch oder auf einem Arbeitsblatt) oder per Skizze an der Tafel oder im Heft „schnell“ visualisiert werden? Warum soll es in der Schule (ursprünglich griechisch: Muße) überhaupt „schnell“ zugehen? – Lernen braucht

²Drucksache 16/5221. <http://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMD16-5221.pdf>

³„Begründung und Umsetzung des RdErl. des Ministeriums für Schule und Weiterbildung vom 10.04.2014“. Vorlage 16/1993. <http://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMV16-1993.pdf>

Zeit.

Apropos „Routineberechnungen“: Die scheinen ja etwas Lästiges, Belastendes, aber dem GTR sei Dank Überwindbares und Überflüssiges zu sein. Auch dem ist mit *Harro Heuser*, Autor von unnachahmlich reichhaltigen und geistreichen Lehrbüchern für (Universitäts-)Mathematik, zu widersprechen:

Man täusche sich nicht: nur durch das Lösen *vieler* Aufgaben erwirbt man sich ein *aktives* Wissen – etwas, das im Englischen mit einer glücklichen Wendung *working knowledge* genannt wird. Der Leser stärke sich in dem Gedanken, daß selbst der große Gauß als junger Student brav seine Aufgaben rechnete.

Niemand lernt Klavierspielen, indem er Klavierspielern nur zuhört und selbst keine Fingerübungen macht. Goethe sagt es so: „Überhaupt lernt niemand etwas durch bloßes Anhören, und wer sich in gewissen Dingen nicht selbst tätig bemüht, weiß die Sachen nur oberflächlich und halb.“ Und Demokrit, der „lachende Philosoph“ [...], hat uns neben seiner bahnbrechenden Atomtheorie auch noch den tröstlichen Satz hinterlassen „Es werden mehr Menschen durch Übung tüchtig als durch ihre ursprüngliche Anlage.“⁴

Diese Zeilen über *working knowledge* sollte jeder didaktische Hexenmeister, der umständlich und unverständlich von „prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen“ redet, auswendig lernen und beherzigen.

„Der Einsatz von grafikfähigen Taschenrechnern ermöglicht die Behandlung realitätsnaher Aufgaben in schülerorientierten Anwendungssituationen, die auch dann eine Modellierung ermöglichen, wenn nicht ausschließlich 'glatte Zahlen' gegeben sind.“

Ohne den GTR ist die Behandlung solcher Aufgaben nicht möglich? Was soll der Hinweis auf die „glatten“ Zahlen? (Gemeint sind wohl ganze Zahlen: $\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots$) Geht die Landesregierung davon aus, dass bisherige, nicht grafikfähige wissenschaftliche Taschenrechner (z. B. mein mehr als 20 Jahre alter TI-31 solar) nur „glatte“ Zahlen verarbeiten können? Wer denkt sich solche „Begründungen“ aus? Sind diese „Argumente“ das Ergebnis der fachdidaktischen Debatte, die (wie die Landesregierung in ihrem Bericht vom 17.04.2014 schreibt) „seit Jahren engagiert“ geführt wurde (von wem)?

Im Übrigen: Was sollen das für „realitätsnahe Aufgaben in schülerorientierten Anwendungssituationen“ sein? Die meisten Aufgaben, die im Zuge der „Anwendungs- und Schülerorientierung“ entstanden sind, sind nicht realitätsnah, sondern an den Haaren herbeigezogen, d. h. hanebüchensinnlos. An ihnen kann man allenfalls lernen, was ein schlechtes Modell ist. (Beispiele dieser „amtlichen“ Aufgaben gibt es zuhauf: Regenrückhaltebecken, Stausee, Arzneimittelkonzentration, Wellnessliege, Firmenlogo als Kussmund, ...) Drei Hochschullehrer der RWTH Aachen bemerken dazu:

Aktuell (und nicht erst seit Kurzem) sind z. B. in NRW „Sachzusammenhänge“ dominierend, die sich in aller Regel mit speziell für den Schulgebrauch erfundenen (und außerhalb der Schule komplett unbrauchbaren) Pseudo-Anwendungen befassen.⁵

Den Autoren zufolge ist diese Reduktion der Mathematik „nicht sachgerecht“ und birgt „beträchtliches Schadenspotential“. Nachdem sie ein konkretes Beispiel zum Thema „Übergangsmatrizen“ (Abiturprüfung 2009, NRW) betrachtet haben („Hier liegt ein besonders eklatanter

⁴Aus der Einleitung zu „Gewöhnliche Differentialgleichungen“ (Stuttgart: Teubner, 1995) bzw. zu „Lehrbuch der Analysis. Teil 1“ (Stuttgart: Teubner, 2001)

⁵*Erhard Cramer, Sebastian Walcher, Olaf Wittich*. „Studierfähigkeit im Fach Mathematik: Anmerkungen zu einem vernachlässigten Thema.“ In: *Susanne Lin-Klitzing et al (Hrsg.)*. Abitur und Studierfähigkeit. Ein interdisziplinärer Dialog. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 2014.

Fall erdachter Anwendung vor [...]“), kommen sie zu dem Schluss:

Die Existenz solcher Aufgaben lässt sich wohl nur durch ihre Funktion erklären, Prüflingen eine Alternative zu mathematischen Anforderungen zu bieten. Sie haben keinerlei Relevanz für Studium, Berufsleben und auch nicht für das Leben als „konstruktive[r], engagierte[r] und reflektierende[r] Bürger“ (um [PISA2000] zu zitieren).

Ebenso kritisch äußert sich *Erich Ch. Wittmann*, ein emeritierter Professor der TU Dortmund:

Tatsächlich ist die unmittelbare Anwendungsorientierung aber kontraproduktiv, auch wenn das auf den ersten Blick nicht erkennbar ist. Abgesehen davon, dass es sich bei vielen Aufgaben um ‘Pseudo-Anwendungen’ handelt, die von wirklichen Anwendungen der Mathematik weit entfernt sind, und dass nicht wenige der ‘Fermi-Aufgaben’ sogar unsinnig sind, ist festzuhalten, dass die direkte Ausrichtung des Mathematikunterrichts auf die Anwendungen einem falschen Verständnis von Mathematik entspringt. Effektive Anwendungen der Mathematik beruhen auf *innermathematischen* Strukturen, die in ausreichendem Maße für sich gewürdigt und entwickelt werden müssen, da sie die unentbehrlichen Bausteine für Modellierungen bilden.⁶

Hier soll der GTR Abhilfe schaffen?

„Zusammen mit dem neuen Kernlehrplan Mathematik für die gymnasiale Oberstufe wird hierdurch die Weiterentwicklung eines anspruchsvollen Mathematikunterrichts gefördert.“

Diese Behauptung ist – vorsichtig formuliert – irreführend. Der Einfachheit halber verweise ich auf die bereits zitierten Professoren. *Wittmann* schreibt:

Man hat manchmal das Gefühl, dass der Mathematikunterricht nicht entwickelt, sondern abgewickelt werden soll. [...]

Der hohe Anteil von Schülerinnen und Schülern auf den Gymnasien, denen mit einer technisch-handwerklichen Schule weit besser gedient wäre, hat schon in der Vergangenheit dazu geführt, die gymnasialen Lehrpläne für Mathematik immer mehr auszudünnen. Auf diese Weise wurde die Studierfähigkeit mehr und mehr untergraben. Mit der Verkürzung des Gymnasiums auf acht Jahre (G8) ist sie noch stärker gefährdet. Es ist kaum zu glauben, was im Laufe von Jahrzehnten alles gestrichen wurde. [...]

Je mehr substanzielle Themen aber gestrichen werden, desto sinnloser und daher auch schwerer wird der Unterricht für die Schülerinnen und Schüler. Von einem aufbauenden fachlichen Unterricht, der eine Basis für ein Ingenieurstudium schafft, kann heute nicht mehr die Rede sein.⁷

Cramer, Walcher und Wittich stellen fest:

In allen uns bekannten Fällen hat die Umorientierung zu Kompetenzen den mathematischen Gehalt und Tiefgang des Stoffes (insbesondere des Prüfungsstoffes) reduziert. [...]

[D]ie Reduzierung auf „Sachzusammenhänge“ (in Grund- und Leistungskursen gleichermaßen) [führt] zu einer Gefährdung des Potentials von mathematisch begabten, interessierten und motivierten Schülerinnen und Schülern. [...] Das Verständnis für Mathematik als eigenständige Disziplin ebenso wie als „regelbasiertes Werkzeug“ schwindet, und Schülerinnen und Schülern wird eine verzerrte Sichtweise der Mathe-

⁶*Erich Ch. Wittmann*. Von allen guten Geistern verlassen. Fehlentwicklungen des Bildungssystems am Beispiel Mathematik. Online: <http://roentgen.lima-city.de/wp-content/uploads/2014/08/Schule-intakt-2014-08-04.pdf>. Fußnote im Original.

⁷*Erich Ch. Wittmann*. A. a. O.

matik vermittelt, die sie außerhalb der Schule nicht wieder finden und auch nicht gebrauchen können.⁸

Auch der Sachverständige Marc Schefels bemerkt in seiner schriftlichen Stellungnahme:

Somit sind aus unserer Sicht die Einführung des GTR wie auch des neuen KLPs [Kernlehrplans] kontraproduktiv bei der Erreichung von mehr und qualifizierten Abschlüssen in den sogenannten MINT-Fächern bis hin zu allen Ingenieurwissenschaften.

Wir sehen die große Gefahr, dass die Diskrepanz zwischen Schulmathematik und Universitätsmathematik immer größer wird – nicht zuletzt auch durch die Einführung des neuen Lehrplans.⁹

Der GTR soll dazu beitragen, einen „anspruchsvollen Mathematikunterricht weiterzuentwickeln“?

Machen wir zum Schluss die Probe aufs Exempel. Auf den Internetseiten des Schulministeriums gibt es die Powerpoint-Präsentation „GTR im Mathematikunterricht an allgemeinbildenden Schulen“¹⁰. Um den angeblichen „unterrichtlichen Mehrwert in der S II“ (S. 2) zu illustrieren, werden einige Beispielaufgaben in Kurzform vorgestellt, u. a.:

- „Modellierung“ mit Exponentialfunktionen: Bierschaumzerfall und Schokolinsenabnahme (sehr realitätsnah und schülerorientiert!)
- Extremwertprobleme
- Berechnen von Integralen am typischen Beispiel „Wasser in einem Becken“
- Lage von einer Geraden zu einer Ebene
- Übergangsmatrizen
- Elemente einer Kurvendiskussion

All diese Aufgaben sind nicht neu. Für keine braucht es einen GTR. (Selbstverständlich kann jede Aufgabe so gestrickt werden, dass die Schüler genötigt werden, den GTR zu benutzen. Das ist dann aber kein „unterrichtlicher Mehrwert“, sondern Schikane.) Besondere „Kreativität“ (die der GTR ermöglicht?!) ist nicht vonnöten. (Gleiches gilt für die vorgestellten Beispiele für die Sekundarstufe I.)

Zur Vorbereitung auf die Zentrale Klausur 2015 am Ende der Einführungsphase stellt das Ministerium Beispielaufgaben bereit.¹¹ In einer sogenannten Kontextaufgabe geht es um die „Dämmung eines Dachzimmers“¹². Es handelt sich hierbei um einen weiteren langweilig-typischen Fall erdachter Anwendung und keineswegs um eine „realitätsnahe Aufgabe in einer schülerorientierten Anwendungssituation“. In einer Teilaufgabe sollen die Schüler den Graphen einer Funktion in ein vorgegebenes Koordinatensystem zeichnen (ohne vorherige Kurvendiskussion). Die Musterlösung sieht vor, dass der Schüler den Graphen vom GTR zeichnen lässt und der Schüler diese Vorlage dann abzeichnet. Das ist wahrlich eine grandiose „Weiterentwicklung eines anspruchsvollen Mathematikunterrichts“!

⁸ Erhard Cramer, Sebastian Walcher, Olaf Wittich. A. a. O.

⁹ Stellungnahme 16/1519. <http://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST16-1519.pdf>

¹⁰ http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/upload/gtr/download/Praesentation_GTR_Stand_190313.pptx

¹¹ <https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zur-uebersicht/zentrale-klausuren-s-ii>

¹² https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/upload/zentrale_klausuren/Kontextgebundene_Beispielaufgabe_Analysis.pdf

Fazit: Im Hinblick auf die angeblichen Ziele ist der grafikfähige Taschenrechner überflüssig bis untauglich, also sinnlos. Für einen guten Mathematikunterricht ist er weder notwendig noch hinreichend, sondern vielmehr hindernd bis schädlich.

Kurzum: Der GTR-Erlass des Schulministeriums ist ein weiteres *gutes* Beispiel für Innovations-tamtam und Administrationsrummel.

Im dritten und letzten Teil dieser Serie wird es um die Frage gehen, ob sogenannte Smartphones, Tablets, Laptops brauchbare Alternativen zum GTR sind.