

Mathematik leichter begreifen – TI-Nspire bereits in der Sek 1? Ein Diskussionsbeitrag zum Unterricht mit Technologie

THOMAS MÜLLER, KREMS

„Technologieeinsatz beginnt erst,
wenn die Schüler jederzeit
auf Technologie zugreifen können.“
Helmut Heugl

Zunächst werden Thesen zur Sinnhaftigkeit der Mathematik überhaupt und zur „Unterrichtssprache“ Mathematik zusammengefasst. Diese Thesen und empirisch erhobene Daten über die Technologieausstattung und Erkenntnisse aus internationalen Studien ergeben eine Argumentationsbasis für die klare Stellungnahme für den Einsatz von Technologie im Mathematikunterricht bereits in der Sekundarstufe 1. Konkrete Beispiele zeigen einen möglichen Weg der Realisierung im praktischen Unterrichtsalltag der 7. und 8. Schulstufe.

1. Prolog

Jeder Mathematiklehrer, jede Mathematiklehrerin wird fallweise darauf angesprochen werden, wozu die (Schul-) Mathematik überhaupt gut sei. „Wozu brauchen wir das?“ und „Wozu muss mein Kind das können, wenn es doch sowieso ein ... werden will?“ Dem Autor war und ist es ein Anliegen, diese grundlegende Frage ernsthaft und doch in aller Kürze zu beantworten. Früher erklärte er meist, dass Mathematik die Wissenschaft vom Erkennen und Verstehen von Mustern und Strukturen, von Gesetzmäßigkeiten und wiederkehrenden Abläufen ist. Und dieses Verstehen ist die Voraussetzung für Entscheidungen – für Entscheidungen des Einzelnen und des Kollektivs, einer Gemeinde oder eines Staates etwa. Dieses Entscheidungshandeln wird ausführlich im Sammelband „Domänen fächerorientierter Allgemeinbildung“ beschrieben. Dieser Band ist das Ergebnis einer zwei Jahre langen Diskussion einer Arbeitsgruppe unter Roland Fischer. Dabei ging es um solche Fragen der Sinnhaftigkeit – nicht nur der Mathematik sondern des gesamten Fächerkanons der Unterstufe / Sek 1. [Fischer, Greiner, Bastel 2012]. Neben der Entscheidungsbasis wird mit zwei weiteren Eckpfeilern mathematischer Bildung argumentiert [Müller 2012]:

Mathematik ist durch ihre Symbolsprache weltweit (zumindest unter Fachleuten) gleich verständlich. Experten und Expertinnen können sich jenseits sprachlicher Barrieren verständigen und so ihre Ideen austauschen. Wichtig scheint zusätzlich die Kommunikationsfähigkeit zwischen Fachleuten und (allgemein gebildeten) Laien – man denke z.B. an die Begutachtung von Expertisen durch Entscheidungsträger (Politiker, Rechtsgelehrte, Auftraggeber).

Und neben dem Entscheidungshandeln und der Symbolsprache konnten mathematische Ideen und Phantasien im Laufe der Entwicklung fundamentale Beiträge zu Erkenntnissen bringen. Hervorgehoben seien jene, wie man etwa das Innere eines Objekts, z.B. des menschlichen Körpers oder gar des Gehirns – sehen kann, ohne das Objekt zu öffnen, zerstörungsfrei sozusagen („Computertomographie“). Daneben sei die Basis jeder elektronischen Kommunikation, z.B. Verschlüsselungstechnologien („Bankomat“) oder das Internet mit seinem IP-Nummernkonzept erwähnt. Auch das GPS ist eine Frucht mathematischer Erkenntnis (neben jener anderer Wissenschaften).

Geht man vom „Schulfach Mathematik“ aus, so können die Thesen von Helmut Heugl sehr hilfreich sein. Er sieht die Bedeutsamkeit der Mathematik aus dem Blickwinkel des Bildungsauftrages [Heugl 2005] und ortet verschiedene Rollen des Faches Mathematik:

Rolle 1: Mathematik als Technik des Problemlösens durch Schließen. Dabei unterscheidet er drei Phasen des Problemlöseprozesses: Modellieren, Operieren, Interpretieren

Rolle 2: Mathematik als Sprache: Der Schüler soll drei Arten von Sprache lernen: Neben der Mutter-

sprache und Fremdsprache auch die „Mathematik als Sprache“

Rolle 3: Mathematik als Denktechnologie: Experimentieren, Analogisieren, Generalisieren, Spezialisieren, logisches Schließen; Argumentieren, Begründen; Dokumentieren, Präsentieren, ...

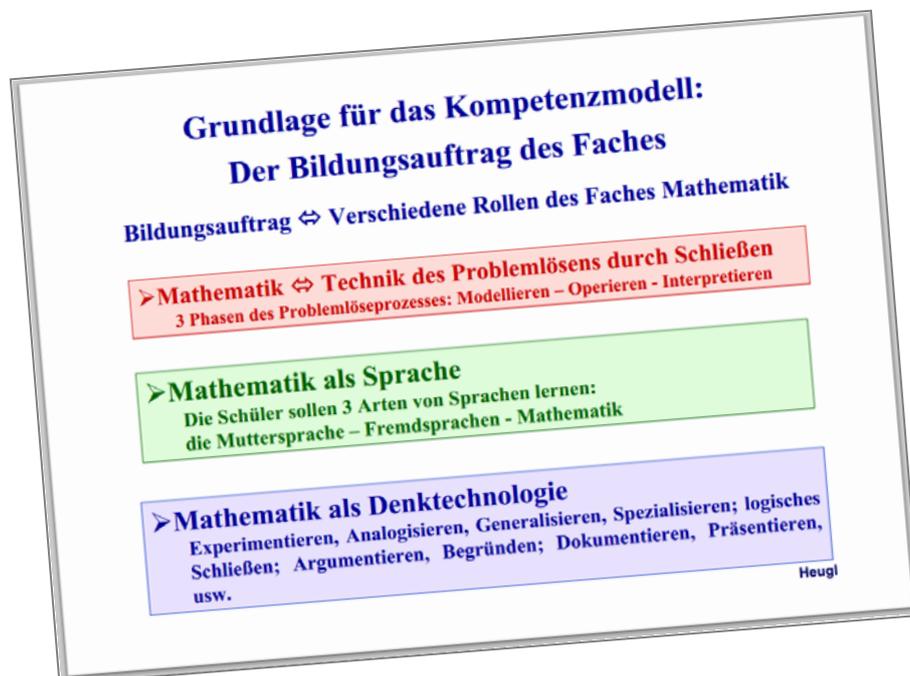


Abbildung 1: Rollen der Mathematik (aus [HEUGL 2005])

2. Prolog 2

Ergebnisse einer aktuellen Umfrage (März 2013) belegen, dass die Ausstattung unserer Schülerinnen und Schüler mit digitalen Medien schon so gut ist, dass dies von keiner Lehrperson mehr ignoriert werden darf [Müller, Schneeweiß 2013]. Innerhalb einer Woche nach Aussendung eines Fragebogens über diverse Mailinglisten gab es Antworten aus mehr als 300 Schulklassen (Tabelle 1). Dabei zeigt sich, dass in der 7. und 8. Schulstufe in 73 von 93 erfassten Klassen – also in fast 80% – alle Kinder mit einem Computer samt Internet und mehr als 85% der Schülerinnen und Schüler mit einem internetfähigen Handy ausgestattet sind. (In der 5. und 6. Schulstufe haben in 31 von 61 Klassen alle Schülerinnen und Schüler einen Computer mit Internetzugang im Familienbereich.)

Schulart	Erfasste Klassen	Klassen mit 100% Computerbesitz	Erfasste Schülerzahl	Computer mit Internet in der Familie	Eigener Computer mit Internet	Der Computer ist ein Tablet	Handy mit Internet	Verwende Computer bei Hausaufgaben
VS	84	24	1467	81,25%	25,02%	13,70%	34,29%	39,88%
Sek1	170	118	3204	96,41%	56,59%	11,74%	79,12%	93,54%
Sek2	50	48	979	99,69%	89,48%	12,77%	88,25%	99,28%
gesamt	304	190	5650	93,04%	54,09%	12,42%	69,06%	80,60%

Tabelle 1: Gesamtübersicht des Ergebnisses der Erhebung vom März 2013

Schulstufe	Klassen	Klassen mit 100% Computerbesitz	Schülerzahl	Computer mit Internet in der Familie	Eigener Computer mit Internet	Der Computer ist ein Tablet	Handy mit Internet	Verwende Computer bei Hausaufgaben
7 und 8	93	73	1782	97,81%	63,52%	13,41%	85,24%	95,45%

Tabelle 2: Detailergebnis für die 7. und 8. Schulstufe

Ist die Zeit damit nun wirklich reif für eine alltägliche Verwendung „neuer“ Medien im Mathematikunterricht der Sekundarstufe 1? Aus Schülersicht auf jeden Fall: Die Tabellen zeigen, dass Ausstattung und angesichts des hohen Anteils der Handys mit Internet vermutlich auch das Know-How, flexibel mit komplexen digitalen Medien umzugehen, vorhanden sind, Wie sieht es mit der Ausstattung in den Schulen selbst aus? Darauf soll später eingegangen werden. Betrachten wir zunächst Erkenntnisse, die es rund um die Einführung neuer Technologien gibt.

3. Erkenntnisse

Unbestritten ist, dass es Technologie und „neue“ Medien tatsächlich immer schon gegeben hat. Deshalb scheint die Bezeichnung „digital“ statt „neu“ geeigneter zu sein, den derzeitigen Technologieschub zu bezeichnen. Dabei soll unter Technologie eine Gesamtheit von Techniken/Hilfsmitteln verstanden werden, die dazu dienen, ein bestimmtes Ergebnis zu erreichen.

Die älteren Kolleginnen und Kollegen erinnern sich vielleicht zurück an den eigenen Unterricht mit der Quadratzahlentafel, dem Logarithmenbuch oder ev. mit einem Rechenstab (Abbildung 2). Dann wurden Ende der 1970er Jahre die ersten Taschenrechner im Unterricht eingeführt.



Abbildung 2: Logarithmenbuch, Rechenschieber, TR Nspire CX CAS

Auch wenn man „Mathematik betreiben“ als rein geistige Tätigkeit auffasst, hat man doch immer schon versucht, das Gedächtnis durch Technologie zu entlasten: Schon Archimedes soll im Sand gezeichnet und seine Erkenntnisse in Büchern festgehalten haben. Um vom monotonen Operieren/Rechnen befreit zu werden, wurden ausgeklügelte mechanische Rechengерäte erfunden und verwendet - angefangen vom Abakus über die Maschinen von Pascal bis zu den elektronischen Rechnern. Ist die Sandzeichnung bzw. ein Buch nicht auch ein Speicher von Gedankenfolgen – eine Technologie zur Erinnerung für einen selbst und zur Weitergabe der Ideen an andere oder an nächste Generationen? Und jede Person, die nur ein wenig mit praktischen Anwendungen zu tun hat, ist für

die durch vergangene Generationen bereitgestellte oder weiterentwickelte Technologie dankbar oder nimmt sie ganz selbstverständlich an.

Mit jeder Technologieeinführung geht es auch um Fragen wie:

Wie verwenden wir das neue Werkzeug didaktisch richtig? Ist es wirklich notwendig, diese finanziellen Aufwendungen und die Unterrichtszeit, die für das Erlernen der Technologie nötig ist, zu investieren? Gehen nicht viel an bisher wertvoll erachtetem Inhalt und an Handlungsweisen / Ideen der Mathematik dabei verloren oder kommen dann zeitlich zu kurz?

All diese Diskussionen und das Argumentieren sollen hier übersprungen werden, denn das wurde schon vor mehr als einem Jahrzehnt entschieden: Der Lehrplan schreibt nun in den didaktischen Grundsätzen eindeutig vor: „Die Möglichkeiten elektronischer Systeme bei der Unterstützung schülerzentrierter, experimenteller Lernformen sind zu nutzen.“

Hans-Georg Weigand weist in seinen Vorträgen über Mathematikunterricht und Technologie [Weigand 2012] immer wieder auf den Enthusiasmus hin, der mit der Einführung neuer Technologien verbunden ist. Er zitiert etwa Thomas Alva Edison, der 1922 nach der Erfindung des Tonfilms gesagt haben soll: „Der Film wird unser Erziehungssystem revolutionieren. In ein paar Jahren wird er weitgehend, wenn nicht sogar vollständig den Gebrauch von Büchern ersetzen.“ Und Arnold Schwarzenegger soll in einer Rede 2009 gemeint haben, dass Schulbücher veraltet seien und es keinen Grund gäbe, dass Schüler diese antiquierten, schweren und teuren Schulbücher herumschleppen sollten.

Bärbel Barzel hat in ihrer Metastudie über Erkenntnisse zu Computeralgebra im Mathematikunterricht über 160 Quellen zu Erkenntnissen zum Einsatz von CAS (Computeralgebrasysteme) untersucht und dabei Aussagen zu Gelingensbedingungen für den Einsatz dieser digitalen Technologie zusammengefasst. [Barzel 2012] Diese Bedingungen sind die Festlegung eines verpflichtenden Technologieeinsatzes im Curriculum und bei der Abschlussprüfung, eine entsprechenden Lehrerbildung, stärkende Netzwerke für Eltern, Lehrer und Schüler sowie die Erfüllung struktureller Bedingungen (wie die Integration im Unterricht, die Finanzierung und Beschaffung entsprechender Hardware). Beruhigend ist für uns Lehrpersonen die Schlüsselaussage: „CAS kann bei der Realisierung der aktuellen Forderungen an den MU seinen Beitrag leisten, aber niemals einen guten Mathematiklehrer ersetzen.“ [Barzel 2012, p66]

Passend zur Erfüllung struktureller Bedingungen sind die Aussagen von Helmut Heugl: „Technologieunterricht beginnt erst, wenn Schüler jederzeit auf Technologie zugreifen können.“ und Sieglinde Fürst, die im letzten BIFIE-Praxishandbuch für die 8. Schulstufe Mathematik in ihrem Aufsatz über Technologieeinsatz im Mathematikunterricht schreibt: „Technologieeinsatz sollte nicht nur sporadisch im Unterricht erfolgen, sondern den Mathematikunterricht kontinuierlich begleiten.“ [Fürst 2012, p102]

4. T3 und TI-Nspire™ CX (Software, Handheld, App)

Gerade die Technologie-Schiene TI-Nspire CX CAS scheint geeignet, alle Gelingensbedingungen von B. Barzel zu erfüllen [vgl. auch Barzel 2012, Abbildung 1]. Deshalb soll kurz auf diese Technologie eingegangen werden. Dazu passend ist das weltweite T3-Projekt als Unterstützungs- und Fortbildungssystem. Ausgehend von Ohio/USA wurde die Idee von Teachers Teaching with Technology 1996 nach Europa getragen und ist unter t3europe.org auch im Internet auffindbar. Es geht um das Unterrichten der mathematisch naturwissenschaftlichen Fächer unter Einsatz digitaler Medien. Finanziert wird dieses Projekt von Anfang weg von Texas Instruments und deshalb beschäftigen sich die TI-Seiten education.ti.com auch intensiv mit der Lehre und sind mannigfach mit T3 verlinkt.

Während T3 Deutschland nun an der PH in Freiburg beheimatet ist, ist T3 Österreich seit Beginn des Jahres 2010 in der KPH Wien/Krems im Mathematikzentrum in Krems beheimatet und unter www.t3oesterreich.at erreichbar.

Hier geht es in erster Linie nicht um die vielfältige Produktpalette von TI im Allgemeinen, sondern um das Softwareprogramm und die Taschenrechner mit Namen NSpire, die 2007 auf den Markt gekommen sind und seither kontinuierlich weiterentwickelt worden sind. Seit Mitte 2011 sind die Taschenrechner - in der Literatur meist „Handheld“ genannt - mit Farbdisplay ausgestattet. Und der Effekt im Vergleich zu den Vorgängermodellen ist wirklich 100:1 und entspricht nun durchaus einem Smartphone-Display. Dadurch ist das Problem der schlechten Lesbarkeit bei den grauen LCD-Displays der Vorgängermodelle TI 92 oder Voyage beseitigt. Seit März dieses Jahres gibt es auch eine App für das IPAD.

Kollegin Gertrud Aumayr, die die Aktivitäten von T3-Österreich in Krems koordiniert und auch österreichweit Fortbildungen durchführt, vergleicht die mathematischen Möglichkeiten von TI-Nspire CX CAS mit den Säulen auf denen die TI-Nspire-Idee ruht:

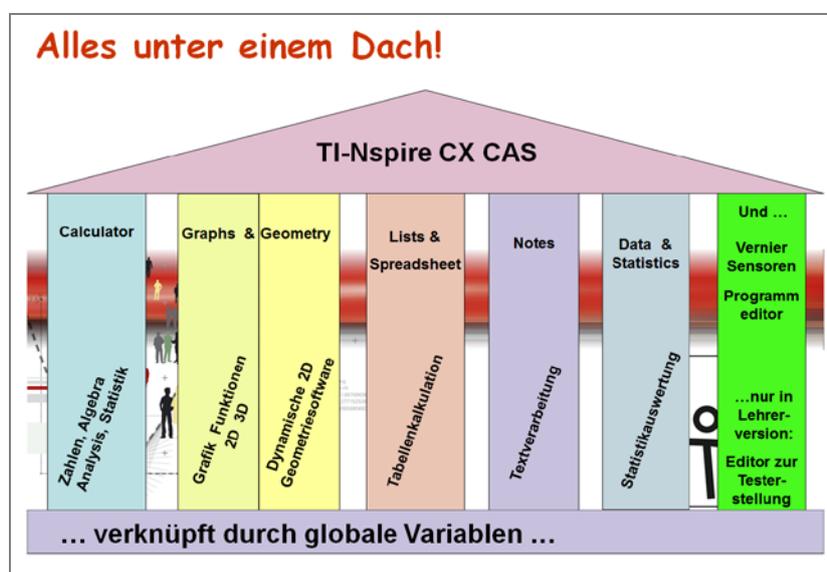


Abbildung 3: Die Softwarepalette des Systems TI-Nspire

Ein vollständiges Computeralgebrasystem, genannt „Calculator“, ist die erste Säule, ein Funktionsplotter „Graphs“ samt Analysis-Fähigkeiten bildet gemeinsam mit einem dynamischen 2D-Geometrie-Softwaresystem eine mächtige Säule, „Lists&Spreadsheets“ ist eine vollwertige Tabellenkalkulation, „Notes“ ein Textverarbeitungsprogramm, in dem die Variablen dynamisch veränderbar sind. Daneben gibt es ein Statistik-Programm sowie – wichtig vor allem für den naturwissenschaftlichen Bereich - eine problemlose Anschlussmöglichkeit für Sensoren („Vernier“-Sensoren – weltgrößte Hersteller von Sensoren z.B. für Temperatur, Schallstärke, Luftdruck, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Sauerstoffgehalt, ...). Ein Editor für die Erstellung von Tests ist in der Softwareausgabe für Lehrerinnen und Lehrer inkludiert. Besonders sei auf die Möglichkeit des Variablentausches zwischen all diesen Programmen hingewiesen!

Um das Wichtigste für den praktischen Unterricht klarzustellen: Es handelt sich um die Möglichkeit der Kombination von Taschenrechner und Software oder um die die Verwendung jedes der beiden für sich alleine.

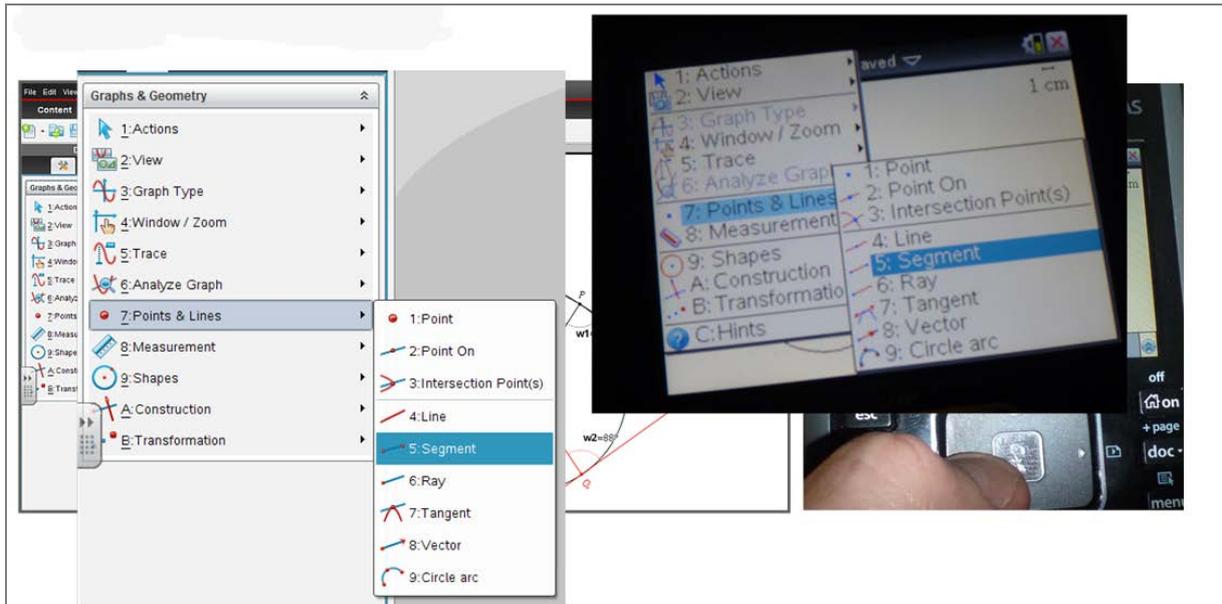


Abbildung 4: Softwaremenü (links) und Handheldmenü (rechts) sind gleich.

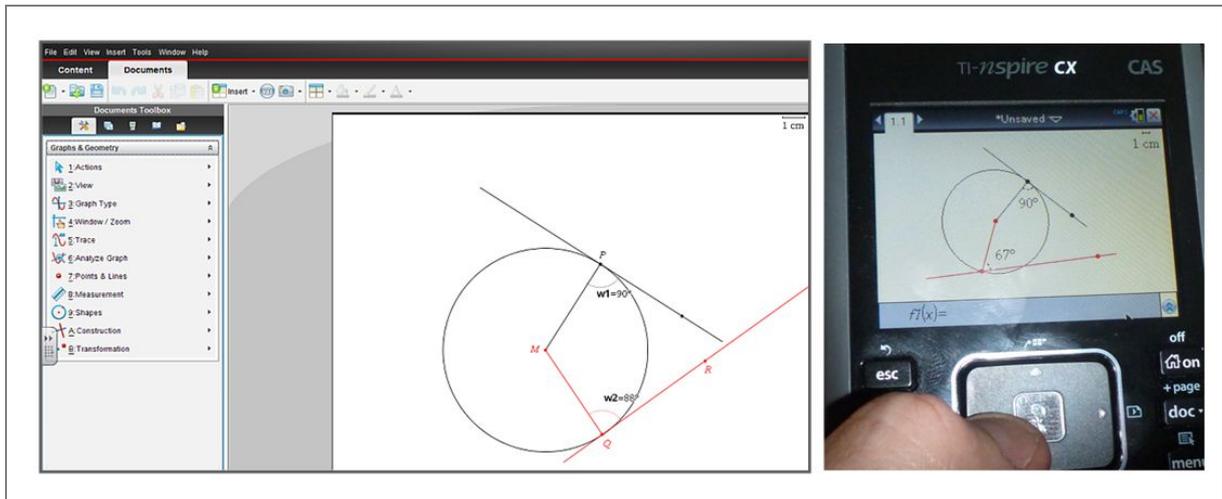


Abbildung 5: Ergebnisse werden am Computerbildschirm (links) und im Handheld (rechts) gleich dargestellt.

Durch die Gleichheit der Menüführung und der Anzeigen in der Software und beim Handheld eignet sich dieses Produkt ideal für einen dualen Einsatz: Die Lehrperson kann am Rechner+Beamer arbeiten, demonstrieren, die Lernenden arbeiten am Handheld. Ein EDV-Raum ist nicht notwendig. Der Zugriff auf die Technologie ist jederzeit – auch für nur kurzeitiges Überprüfen, Demonstrieren, Darstellen – ohne Zeitverlust möglich.

Im Rahmen österreichweiter Untersuchungen über die Verwendung bzw. Nichtverwendung von CAD-Software im GZ-Unterricht erhielt ich von Lehrenden Antworten, die belegen, dass die Benutzung von EDV-Räumen problematisch sein kann und keine Gelingensbedingung im Sinne von Barzel (s. oben) darstellt. Zusammengefasst sind die Hinderungsgründe: EDV-Räume sind anderweitig besetzt, es gibt zu wenige Computer für die gesamte Klasse, keine Benutzungsgarantie wegen technischer Probleme

Wörtliche Antworten auf die Frage, ob die Lehrperson den EDV-Raum für den GZ-Unterricht benützt, waren folgende:

- Im GZ-Unterricht ist der Informatikraum nicht benutzbar, weil anderweitig belegt!

- Im Normalfall zu viele Schüler/Klasse für zu wenige PCs im EDV-Saal.
- Problem: Klassengröße: mit 34 GZ-Schülern im Computerraum? Problem EDV: nicht immer läuft alles so, wie es sein sollte.
- Schulausstattungen sind sehr schlecht (PC, Internetverbindung), in der Schule sind wir immer hinten nach!
- Schwierig, da 1. EDV-Säle dann besetzt, wenn ich sie bräuchte (z.B. Geometrie im M-Unterricht)
- Im Saal stehen 17 Rechner für Klassen mit über 30 Schülern zur Verfügung!
- Wenn man Klassen mit 28 Schülern unterrichten muss, kann man keine Medien einsetzen!
- Zu wenig Computerzugang für alle Schüler
- Zu wenig; keine Computermöglichkeiten/EDV-Raum besetzt!

5. Nspire CX CAS im Unterricht

Ausgehend vom allseits bekannten Kompetenzmodell zu den Bildungsstandards M8, welche seit 2009 für den Mathematikunterricht gelten, sollten nun einige Beispiele zeigen, wie TI-NSpire in all diesen Bereichen mit Vorteil eingesetzt werden kann. Obwohl Abbildung 6 auch auf Inhalte der 2. Klasse / 6. Schulstufe hinweist, so scheint eine Anschaffung und Verwendung der oben beschriebenen Geräte ab der 7. Schulstufe realistisch und sinnvoll zu sein.

Nspire – 7. u. 8. Schulstufe

Beispiele:

- Rund um das Dreieck ..., 2. Klasse
- Formeln / Terme umformen, 2., 3. Klasse
- Dreiecksflächeninhalt, 3. Klasse
- Kreisflächeninhalt, Kreisumfang, 4. Klasse
- Funktionen anpassen, 4. Klasse
- Statistik, 3., 4. Klasse

Nspire im Unterricht

TI-NSpire Applications

TI ÖSTERREICH

Abbildung 6: Anwendungsmöglichkeiten von NSpire im Unterricht

Als Einstieg in die Software bietet sich der Dynamische-Geometrie-Bereich von NSPIRE, konkret die merkwürdigen Punkte eines Dreiecks und elementare Dreieckssätze zum sinnvollen Einstieg an: Unter dem Motto „Vom Experimentieren über das Entdecken und Erkennen“ tut sich ein weites Feld vom Staunen und Infragestellen bis zum Argumentieren und Begründen abseits jedes lehrerzentrierten Frontalunterrichtes auf.

Die beiden in der Folge beschriebenen Beispiele konnte ich dankenswerterweise in konkreten Unterrichtsstunden von Koll. Karin Loimer (BG/BRG Krems, Piaristengasse 2) miterleben.

5.1 Beispiel aus der 3. Klasse (7. Schulstufe)

Das Ziel der Stunde: Herleitung der Flächenformel eines allgemeinen Dreiecks

Schüler erhalten ein Arbeitsblatt mit dem Auftrag, eine Formel für die Flächeninhaltsberechnung eines allgemeinen Dreiecks zu finden. Die Lehrerin gibt kurze Anweisungen und die Schüler arbeiten selbstständig bzw. paarweise beim Ausfüllen des Blattes. Gleichzeitig wird erstmals die Parameterübergabe vom Zeichenprogramm in die Tabellenkalkulation besprochen.

Das allgemeine Dreieck wird durch eine Höhe in zwei rechtwinkelige Dreiecke geteilt. Dann werden die Längen der zur Berechnung benötigten Strecken gemessen bzw. in die Tabelle übertragen, ebenso die Flächeninhalte der zwei Teildreiecke und der Inhalt des großen Dreiecks. Dass die Summe der kleinen Teildreiecke gleich der Gesamtfläche ist, wird durch die Tabelleneinträge bestätigt. Nun sollen die Schülerinnen vermuten, wie sich die Gesamtfläche berechnen lassen könnte und eine entsprechende Formel eintragen. (Abbildung 7)

Der schematische Ablauf zeigt sehr schön die Denktechnologierolle der Mathematik in der Kette: Darstellen, Überlegen \rightarrow Experimentieren \rightarrow Dokumentieren (Tabelle) \rightarrow Erkennen (von Gleichheiten) \rightarrow Vermuten \rightarrow Testen \rightarrow Beweisen

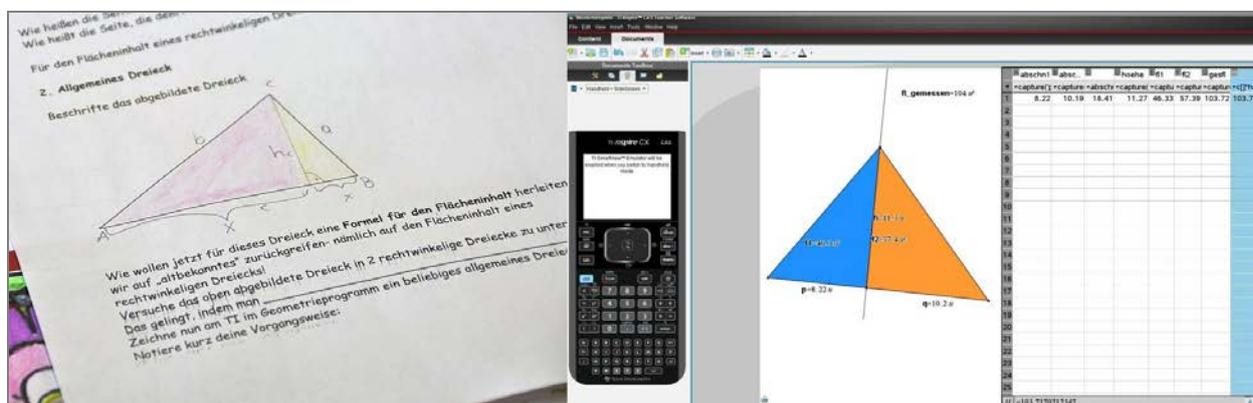


Abbildung 7: Von den ersten Überlegungen über das Experimentieren zum Erkennen von Zusammenhängen

5.2 Beispiel aus der 4. Klasse (8. Schulstufe)

Das Beispiel mit der Herleitung der Zahl π und des Findens des funktionalen Zusammenhangs zwischen Kreisdurchmesser, Flächeninhalt und Umfang zeigt weitere technologische Möglichkeiten des automatischen Umsetzens in eine Funktion (Methode „Scatterplot“ oder „Streudiagramm“).

Die hier beschriebene Methode des Messens, Tabellierens und des Zusammenhang-Findens entspricht mehr einem naturwissenschaftlichen Zugang als es die im traditionellen Unterricht häufig verwendete Methode des Einschränkens des Kreisumfangs oder des Flächeninhaltes durch um- und eingeschriebene Vielecke ist.

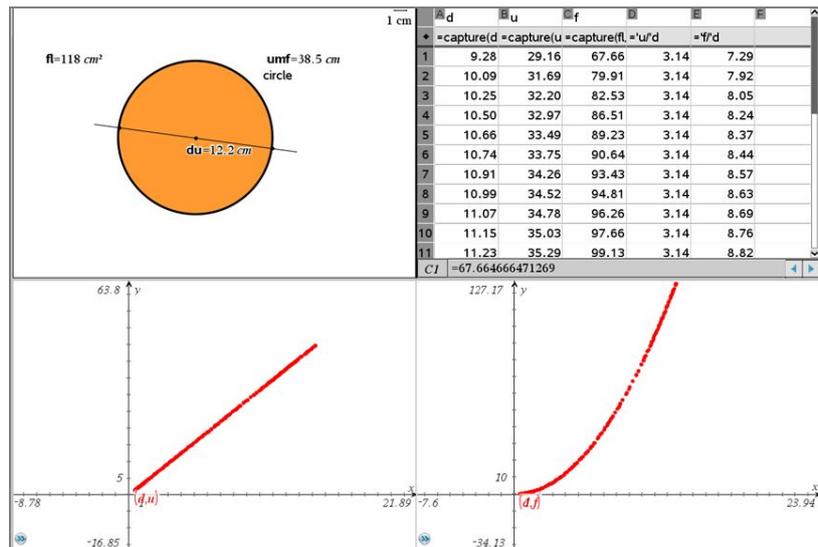


Abbildung 8: Eine der naturwissenschaftlichen Vorgangsweise angepasste Herleitung der Kreisformeln

An der betreffenden Schule wird die TI-Nspire-Technologie seit Jahren erfolgreich ab der 7. Schulstufe im realgymnasialen Zweig eingesetzt. Um dies zu ermöglichen, bedarf es analog zu Barzels Gelingensbedingungen (s. oben) zahlreicher kleiner Schritte von der Kommunikation innerhalb des Fachkollegiums angefangen über die Elterninformation (Elternabend, Elternbrief), Klärung der finanziellen Rahmenbedingungen (Schülerpreis, Unterstützung bedürftiger Familien), Fortbildungen usw. Zum Ausprobieren gibt es ein kostenloses Verleihprogramm von TI.

6. Fazit

Zum Abschluss soll bekräftigt werden: Technologieeinsatz im Mathematikunterricht ist nicht nur vorgeschrieben, er ist auch notwendig und ohne Computerraum machbar! ABER: Er ist kein „Selbstläufer“. Es gibt Gelingensbedingungen. Diese zu erfüllen, sind bei Einsatz von TI-Nspire CAS vorstellbar. Sinnvolle Technologieverwendung entsteht erst, wenn die Technologie ständig verfügbar ist.

Literatur

- Barzel, Bärbel: Computeralgebra im Mathematikunterricht, ein Mehrwert – aber warum?, Münster; Waxmann 2012
- Fischer, Roland; Greiner, Ulrike; Bastel, Heribert (Hrsg.): Domänen fächerorientierter Allgemeinbildung, Schriftenreihe der Pädagogischen Hochschule Oberösterreich, Band 1; Linz 2012
- Fürst, Sieglinde: Technologieeinsatz im Mathematikunterricht, in BIFIE | Bildung, Praxishandbuch für „Mathematik“ 8. Schulstufe, Band 2, p101 - 122, Wien 2012
- Heugl, Helmut: Standards und Technologie, Vortragsunterlagen, 2005
www.acdca.ac.at/material/vortrag/heugl_wels0511.htm (Zugriff: 2013-03-27)
- JIM 2012: Behrens, Peter; Rathgeb Thomas: Jugend, Information, Multi-Media, Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland, Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hrsg.), Stuttgart, 2012.
http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf12/JIM2012_Endversion.pdf [2013-03-28]
- Müller, Thomas: Die Bedeutung neuer Medien in der Fachdidaktik für den Unterrichtsgegenstand Darstellende Geometrie (www.ub.tuwien.ac.at/diss/AC05033384.pdf), (Zugriff: 2013-03-27), Wien, TU, Diss., 2006.
- Müller, Thomas: Entscheidungshandeln, Kommunizieren und Erkenntnis gewinnen, in [Fischer, Greiner, Bastel 2012] (Seite 211 - 221), Linz 2012

Müller, Thomas; Schneeweiß Erich: Befragung „Digitale Medien im Klassenverband“ (April 2013)
www.kphvie.ac.at/fileadmin/Dateien_KPH/Kompetenzzentren/Mathematik_Krems/Downloads/Umfrage_Smartphones_Tablets_usw_v06publ_mueller_-_schneeweiss.pdf (Zugriff: 2013-04-28)

Weigand, Hans-Georg: Neue Werkzeuge – neues Denken? Mathematik und Werkzeuge – gestern, heute, morgen, Vortrag in Krems 2012, www.kphvie.ac.at/forschung/kompetenzzentren/maz-krems/downloads.html (Zugriff 2013-03-27)

Verfasser

Thomas Müller
KPH Wien-Krems
Campus Krems-Mitterau
Dr. Gschmeidlerstr. 28
3500 Krems/D.
thomas.mueller@kphvie.ac.at