

## Modul „Lehren und Lernen mit digitalen Werkzeugen“ (ehemals „GTR kompakt“, Sekundarstufe II)



von Bärbel Barzel, Marcel Klinger, Daniel Thurm, Joyce Peters-Dasdemir und Oliver Wagener

Projektleitung: Prof. Bärbel Barzel, Universität Duisburg-Essen

Das Modul entstand als Überarbeitung des Materials aus dem Projekt „GTR NRW“ (neben den oben genannten AutorInnen unter Mitarbeit von Andreas Büchter, Michael Casper, Gilbert Greefrath, Heinz Laakmann, Florian Schacht, Hannes Stoppel und Carsten Tietz).

### Möglicher Ablauf des Moduls

Die folgende Aufstellung entspricht dem in der Praxis erprobten Modulablauf. Aufgrund des Aufbaus aus einzelnen Fortbildungsbausteinen sind auch andere Reihenfolgen/Fokussierungen denkbar. Zudem kann die Verbindlichkeit der Aufgaben für die Distanzphasen durch Webinare zwischen den Präsenzterminen gesteigert werden.

#### Sandwich-Phasen



##### Baustein 1 | Einstieg

Einstieg in das Lehren und Lernen mit digitalen Werkzeugen



##### Distanzphase

Erproben und Adaptieren der vorgestellten Aufgaben zum Einstieg in den Rechneinsatz im Unterricht



##### Baustein 2 | Aufgaben

Aufgaben mit digitalen Werkzeugen mit dem Schwerpunkt auf Modellierungsaufgaben in Analysis



##### Distanzphase

Erproben und Adaptieren der vorgestellten Modellierungsaufgaben im eigenen Unterricht



##### Baustein 3 | Unterricht

Unterrichtsprozesse mit digitalen Werkzeugen gestalten



##### Distanzphase

Erproben und Adaptieren der zuvor vermittelten Konzepte für den eigenen Unterricht



##### Baustein 4 | Prüfungen

Digitale Werkzeuge in Prüfungssituationen

### Zielgruppe und Ziele

Die Fortbildungsreihe richtet sich an Lehrpersonen der Sekundarstufe II, für die das Lehren und Lernen mit digitalen Werkzeugen neu ist und an solche, die bereits Erfahrungen dazu gesammelt haben (zum Beispiel im Rahmen der Sekundarstufe I). Zu den digitalen Werkzeugen zählen wir Graphiksoftware (Funktionenplotter), Computeralgebra, Tabellenkalkulation, Stochastiksoftware, Geometrie-Programme. In der Fortbildung kann die Werkzeugkompetenz an den derzeit gängigen Handhelds/Taschenrechnern in Deutschland (TI-Nspire und CASIO fx-CG20, häufig als GTR/CAS-Taschenrechner benannt) oder an gängigen Computerprogrammen (zum Beispiel GeoGebra) erworben werden. Bei den GTR/CAS-Taschenrechnern werden die jeweils zugehörigen Programme und Applikationen auf Computern oder Tablets mit einbezogen. Auch Werkzeuge zur Messwerterfassung werden integrativ vorgestellt.

Zentral geht es darum,

- **Aufgaben mit digitalen Werkzeugen** anhand exemplarischer Beispiele für Unterricht und Prüfungen kennenzulernen und anhand des fachdidaktischen Mehrwertes zu reflektieren,
- das Potential und die Probleme beim **Unterrichten mit digitalen Werkzeugen** aufgrund dokumentierter Erfahrungen in der Literatur und relevanter Forschungserkenntnisse kennenzulernen und zu reflektieren,
- die **Bedienkompetenz** beim Umgang mit digitalen Werkzeugen je nach individuellen Vorkenntnissen neu zu erwerben oder zu vertiefen.

### Hintergrund

Digitale Werkzeuge im Mathematikunterricht sind von zunehmender Relevanz. Der Einsatz digitaler Mathematikwerkzeuge im Mathematikunterricht sind sowohl von bildungsadministrativer Seite als auch von Wissenschaft und Lehrkraftverbänden empfohlen oder gefordert. Vielfach verfügen Lehrpersonen nicht über Kompetenzen im Bereich der Bedienung und der sinnvollen Nutzung der Rechermöglichkeiten im Unterricht und äußern dementsprechend Fortbildungsbedarf (Thomas & Palmer 2014, Simonsen 1997).

### Grundidee des Moduls

Die sinnvolle Integration digitaler Werkzeuge in den Mathematikunterricht stellt hohe Anforderungen an die unterrichtende Lehrperson. Sie muss auf der einen Seite über die technischen Kompetenzen im Umgang mit dem Werkzeug verfügen und andererseits auch die didaktischen Potentiale in den verschiedenen Inhaltsbereichen kennen und umsetzen können. Lehrpersonen sollten ihre Einstellung gegenüber dem Rechnereinsatz kritisch reflektieren können, um einerseits den Gefahren eines Rechnereinsatzes (zum Beispiel Verlernen händischer Fertigkeiten) begegnen zu können und andererseits den Mehrwert entfalten zu können. Das alleinige Bereitstellen von digitalen Werkzeugen im Unterricht und Darbieten von einzelnen Aufgabenstellungen bedingt noch keinen didaktisch fundierten Einsatz. Es ist erforderlich, Lehrpersonen für den Einsatz entsprechend fortzubilden und zu sensibilisieren, damit der Einsatz digitaler Werkzeuge nicht als mögliche Belastung, sondern als positive Innovation wahrgenommen und realisiert werden kann.

## Verfügbare Bausteine

- Baustein 1**      **Einstieg in das Lehren und Lernen mit digitalen Werkzeugen (*Einstieg*)**  
 Ziel dieses Bausteins ist es einerseits den Lehrpersonen den Einstieg in das Arbeiten und Unterrichten mit digitalen Werkzeugen zu ermöglichen. Hierbei soll insbesondere die Werkzeugkompetenz der Lehrpersonen aufgebaut werden. Andererseits sollen den Lehrpersonen aber auch der fachdidaktische Mehrwert sowie entsprechende Potentiale digitaler Werkzeuge verdeutlicht werden und die Teilnehmenden sollen die eigenen Einstellungen reflektieren.
- Baustein 2**      **Modellieren mit digitalen Werkzeugen in Analysis, linearer Algebra und Stochastik (*Aufgaben*)**  
 Im Fokus des zweiten Bausteins steht die Vermittlung des Potentials digitaler Werkzeuge im Bereich des mathematischen Modellierens. Ein Schwerpunkt liegt hierbei einerseits auf dem Modellieren von funktionalen Zusammenhängen und andererseits im Bereich Daten und Zufall. In diesem Baustein liegt der Schwerpunkt somit auf Aufgaben, anhand derer sich das Potential der digitalen Werkzeuge besonders verdeutlichen lässt.
- Baustein 3**      **Unterrichtsprozesse mit digitalen Werkzeugen gestalten (*Unterricht*)**  
 Den Lehrpersonen gezielte Anregungen für die Gestaltung von Unterrichtsprozessen mit digitalen Werkzeugen zu geben steht im Fokus des dritten Bausteins. Insbesondere soll deutlich werden, dass digitale Werkzeuge auch zum Einstieg in neue Themen genutzt werden können und nicht erst dann eingesetzt werden sollten, wenn die mathematischen Inhalte erarbeitet wurden. Zusätzlich steht die Konstruktion von Aufgaben zum produktiven Üben im Vordergrund.
- Baustein 4**      **Digitale Werkzeuge in Prüfungssituationen (*Prüfungen*)**  
 Angestrebtes Ziel des vierten Bausteins ist es, Lehrpersonen zu befähigen, geeignete Werkzeugaufgaben für Prüfungen zu erkennen und zu entwickeln. Die Lehrpersonen sollen hierbei Kriterien zur Analyse von Aufgaben sowohl für hilfsmittelfreie als auch für rechnergestützte Prüfungsteile kennenlernen und anwenden. Eine weitere Zielsetzung betrifft die Sensibilisierung der teilnehmenden Lehrpersonen für das Problemfeld der Schülerdokumentation beim Einsatz digitaler Werkzeuge.
- Literatur**
- Thomas, M. O., & Palmer, J. M. (2014). Teaching with digital technology: Obstacles and opportunities. In *The mathematics teacher in the digital era* (71–89). Springer Netherlands.
  - Simonsen, L. M., & Dick, T. P. (1997). Teachers' perceptions of the impact of graphing calculators in the mathematics classroom. *Journal of computers in Mathematics and Science Teaching*, 16, 239–268

## Steckbrief zu Baustein 1 | Einstieg: Einstieg in das Lehren und Lernen mit digitalen Werkzeugen



Von Bärbel Barzel, Marcel Klinger, Daniel Thurm, Joyce Peters-Dasdemir und Oliver Wagener  
Unter Mitarbeit von Andreas Büchter, Michael Casper, Gilbert Greefrath, Heinz Laakmann, Florian Schacht, Hannes Stoppel und Carsten Tietz

### Grundidee des Bausteins

- Erste Schritte mit dem GTR/CAS und Kennenlernphase
- Gestalten der ersten GTR/CAS-gestützten Stunde. Dies geschieht anhand einer einfachen Aufgabe (Potenzblume).
- Vorstellung weiterer exemplarischer GTR/CAS-gestützter Aufgaben

### Zielgruppe und Ziele

- Lehrpersonen der Sekundarstufe II:
- kennen die wichtigsten Befehle im Umgang mit dem Werkzeug:
    - Graphen erstellen (auch stückweise definierte)
    - Funktionen auswerten (auch durch Ablesen am Plot)
    - Gleichungen und Gleichungssysteme lösen
    - Funktionen ableiten
    - Funktionsscharen erzeugen
    - Tangenten an den Graphen erzeugen
    - Wertetabellen erzeugen
  - erkennen den Mehrwert des Rechneinsatzes im Bereich der Funktionenlehre anhand einer exemplarischen Aufgabe (s. Potenzblume).
  - erfassen den didaktischen Hintergrund zum Einsatz des GTR/CAS im Mathematikunterricht (Darstellungswechsel, Grundvorstellungstheorie).

### Hintergrund

Ausgehend von dem Ziel, den Lehrpersonen bewusst zu machen, welchen Mehrwert der Einsatz digitaler Werkzeuge für den Mathematikunterricht bieten kann, werden zunächst vor allem wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse in Form einer ersten Input-Phase näher gebracht. Hierbei wird insbesondere die Rolle, die digitale Werkzeuge bei der Begriffsbildung im Mathematikunterricht einnehmen können, aufgezeigt, exemplarisch etwa am Begriff der „Funktion“. Bekannt ist, dass besonders durch häufige Wechsel von Darstellungsformen (z. B. Term, Tabelle oder Graph) der Begriff der „Funktion“ besser ausgebildet werden kann (z. B. Duval 2006, Laakmann 2013). Digitale Werkzeuge, die Funktionsgraphen leicht generieren können (z. B. beim GTR) sind hier besonders geeignete Hilfsmittel, um ein tiefgreifendes konzeptuelles Verständnis zum Funktionsbegriffs aufzubauen. So können die Auswirkungen wechselseitiger Veränderungen in einer der Darstellungsformen unmittelbar erlebt werden. Hierbei ist es zum Beispiel möglich, die Funktionsgleichung einer Funktion zu manipulieren und Veränderungen sofort im entsprechenden Graphen bzw. der mit ihr verknüpften Wertetabelle zu beobachten (Laakmann 2013). Weiterhin kann ein GTR/CAS unterstützen, die drei Grundvorstellungen (Zuordnung, Kovariation, Ganzheit) des Funktionenbegriffs gleichsam ausprägen (Vollrath 1989, vom Hofe 2003, Malle 2000). Hierbei sprechen unterschiedliche Darstellungsformen und Kontexte auch unterschiedliche Grundvorstellungen an, z. B. kann die Vorstellung der Kovariation durch den Einsatz eines GTR/CAS besser ausgeschärft werden, indem Funktionen dynamisch statt statisch veranschaulicht werden.

### Struktur und Kernaktivitäten

Nach dieser initialen Input-Phase zum didaktischen Hintergrund folgt eine Arbeitsphase, in der Lehrpersonen Aufgaben bearbeiten, welche sich für eine erste Einstiegsstunde in das Unterrichten mit dem GTR/CAS eignen. Hier ist insbesondere die Aufgabe „Potenzblume“ relevant, in welcher Schülerinnen und Schüler das dargestellte Bild, in diesem Fall eine aus Potenzfunktionen zusammengesetzte „Potenzblume“, auf dem Display des GTR/CAS erzeugen sollen (vgl. auch Barzel 2000). Zur Lösung dieser Aufgabe sind nur wenige technische Bedienfunktionen notwendig, so dass schnell integrativ eine Eingewöhnung in den GTR/CAS und eine erste Gewöhnung an wichtige Befehle erfolgen. Zum anderen zeigt diese Aufgabe bereits das mögliche Potential des Einsatzes digitaler Werkzeuge, z. B. in Form des unmittelbaren Feedbacks und der Notwendigkeit, den Graphen unter verschiedenen Aspekten zu analysieren. Je nachdem, ob einzelne Werte in einem der Graphen betrachtet oder eher der Verlauf gesehen oder die Funktion in ihrer Form als Ganzes wahrgenommen wird, werden verschiedene Grundvorstellungen angesprochen. Zudem kann diese Aufgabe im Unterricht beim Einstieg in die Oberstufe als etwaige Wiederholung oder Erarbeitung mathematischer Inhalte stattfinden und lässt sich im Format leicht auf andere Funktionsklassen übertragen.

In einer anschließenden Reflexionsphase wird der didaktische Gehalt der bearbeiteten Aufgabe diskutiert. Hierbei wird auch auf die Rolle des GTR/CAS als Beispielgenerator eingegangen, angeregt etwa durch die Frage, was ein Verzicht auf den GTR/CAS für die Aufgabe bedeuten würde. Zusätzlich sollten die Lehrpersonen über die Potentiale des Werkzeugs bei der Bearbeitung der Aufgaben reflektieren.

### Verfügbares Material

1. Präsentation:  
DZLM-DigWerk-BS-1-Folien 20170501.pptx
2. Material für die Arbeitsphasen:  
DZLM\_DigWerk\_BS\_1\_Einstieg\_01\_Blume\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_1\_Einstieg\_02\_Tangente\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_1\_Einstieg\_03\_Funktionen\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_1\_Einstieg\_04\_Mond\_AB.docx
3. Hilfe zur Bedienung:  
z. B.: <https://wiki.zum.de/wiki/TI-Nspire/Glossar>

Außerdem notwendig:

- Laptop, Beamer, evtl. Presenter, Edding-Stifte
- Namensschilder
- Moderationskarten

## Beispiel mögliche Zeitstruktur für einen 3 Stunden-Block

Zeit	Phase / Aktivität	SF/M	Material / Medien
15 min	<b>Erwartungen und Voraussetzungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Namensschilder herausgeben</li> <li>▪ Begrüßen und Zusammenfassen der Voraussetzungen und Erwartungen laut Anmeldung: Transparenz schaffen</li> <li>▪ kurzes Vorstellen untereinander (Name, Schule, etc.)</li> <li>▪ Positionen/Einstellungen zum GTR diskutieren</li> </ul>	PL	Namensschilder
15 min	<b>Gruppenbildung</b> Geografisch-ökonomische Gruppen aus je drei Teilnehmenden bilden (z. B. durch Aufgabe „Der Raum ist Nordrhein-Westfalen. Dort ist Norden. Stellen Sie sich bitte an Ihren Wohnort.“) Die Gruppen sollen für die Dauer des Bausteins erhalten bleiben.	PL	
15 min	<b>Vorstellen des Gesamtprogramms</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 4 Bausteine, Information zu DZLM, Gestaltungsprinzipien, Kooperationsanregung</li> <li>▪ Formalia (Reisekosten, Anwesenheitsliste)</li> <li>▪ Tagesablauf auf Flip-Chart ständig sichtbar bzw. gedrucktes Poster</li> </ul>	PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-1-Folien 20170501.pptx (S.3–12)
25 min	<b>Einordnen der eignen Position zum digitalen Werkzeug</b> eigenständig, Diskussion mit Partner, für alle sichtbar <b>Einstiegsvortrag: Warum ist der Einsatz sinnvoll?</b> → Darstellungswechsel, Grundvorstellungen	GA PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-1-Folien 20170501.pptx (S. 13–29)
95 min	<b>Einstieg in das Arbeiten mit dem Rechner:</b> <b>Den GTR/CAS kennenlernen</b> Aufgaben: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Potenzblume (erster Teil, AA1)</li> <li>▪ Henn-Aufgabe „Nullstelle“ (für Fortgeschrittene, AA2)</li> </ul>	GA	Aufgaben <sup>1</sup> ...01_Blume ...02_Tangente
15 min	<b>Reflexionsphase</b> „Wie könnte eine Verwendung der Aufgabe im Unterricht aussehen?“ Mögliche Antworten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erkunden spezifischer Charakteristika von Potenzfunktionen (AA1)</li> <li>▪ Schulung der Mustererkennung und Analyse von Graphen (AA1)</li> </ul> Diskussionsergebnisse werden auf einem Flip-Chart festgehalten.	GA	
60 min	<b>Pause</b>		

<sup>1</sup> Hier sind jeweils nur die Kurzformen der Dateinamen angegeben, z. B.:  
 ‚...01\_Blume‘ steht für ‚DZLM\_DigWerk\_BS\_1\_Einstieg\_01\_Blume\_AB.docx‘

Zeit	Phase/Aktivität	SF/M	Material / Medien
30 min	<b>Risiken und Chancen</b> Gegenüberstellung von Chancen und Risiken	PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-1-Folien 20170501.pptx (S.33–40)
105 min	<b>Aufgabenpool (3 Aufgaben) kurz vorstellen und mit fachdidaktischem Gehalt erläutern:</b> (dabei Struktur des Aufgabendeckblatts erläutern) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Finden von Zusammenhängen zwischen Extrem-, Wende- und Nullstellen (AA3)</li> <li>▪ Potenzblume (zweiter Teil, AA1)</li> <li>▪ „Mondaufgabe“ (AA4)</li> </ul> <b>Ablauf:</b> Jede Gruppe wählt eine Aufgabe aus. Die Teilnehmenden bearbeiten die Aufgabe zunächst selbst. Die Aufgabe wird im Idealfall von allen bis zum nächsten Termin im Unterricht gestellt. Dabei Augenmerk auf: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Highlights</li> <li>▪ Überraschendes</li> <li>▪ Schwierigkeiten</li> <li>▪ Schülerdokumente</li> <li>▪ (wie wird was aufgeschrieben?)</li> </ul> Erfahrungen sollen dokumentiert und die Rolle des Rechners reflektiert werden (d. h. was wäre mit der Aufgabe ohne Rechneinsatz?).	PL dann GA	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-1-Folien 20170501.pptx (S.41–46)  Aufgaben ...01_Blume ...02_Tangente ...03_Funktionen ...04_Mond
15 min	<b>Impuls zu Vereinbarungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konkrete Treffen in Gruppen vereinbaren</li> <li>▪ Hospitationen anregen</li> </ul> Hausaufgabe: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Materialien und Erfahrungen zur ersten Stunde sammeln (evtl. online)</li> <li>▪ Falls Online-Begleitung: Zugangsdaten werden nach Baustein 1 via E-Mail versandt</li> </ul> <b>Vereinbarungen / Absprachen in den Gruppen</b>	PL dann GA	
15 min	<b>Verabschiedung   Minievaluation via Kartenabfrage:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gelbe Karten: Was nehme ich mit?</li> <li>▪ Grüne Karten: Was schlage ich vor?</li> </ul>	PL	

### Quelle und Nutzungsrechte



Dieser Baustein wurde in Kooperation mit allen oben genannten Autorinnen und Autoren für das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) konzipiert. Dabei wurde auch auf Material aus dem Projekt „Teachers Teaching with Technology“ zurückgegriffen. (T<sup>3</sup>, <http://www.t3deutschland.de>).

Es kann, soweit nicht anderweitig gekennzeichnet, unter der **Creative Commons Lizenz BY-SA: Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International** weiterverwendet werden. Das bedeutet: Alle Folien und Materialien können, soweit nicht anders gekennzeichnet, für Zwecke der Aus- und Fortbildung genutzt und verändert werden, wenn die Quellenhinweise mit DZLM, Projektname und Autorinnen und Autoren aufgeführt bleiben sowie das bearbeitete Material unter der gleichen Lizenz weitergegeben wird (<https://creativecommons.org/licenses/>).

Bildnachweise und Zitatquellen finden sich auf den jeweiligen Folien bzw. Zusatzmaterialien.

### Literaturbezug

Die Literaturangaben zu den Aufgaben befinden sich jeweils auf den Aufgabenblättern.



**Steckbrief zu Baustein 2 | Aufgaben**  
**Aufgaben mit digitalen Werkzeugen mit dem Schwerpunkt auf**  
**Modellierungsaufgaben in Analysis**  
**im Fortbildungsmodul Lehren und Lernen mit digitalen Werkzeugen**



Von Bärbel Barzel, Marcel Klinger, Daniel Thurm, Joyce Peters-Dasdemir und Oliver Wagener  
 Unter Mitarbeit von Andreas Büchter, Michael Casper, Gilbert Greefrath, Heinz Laakmann, Florian Schacht, Hannes Stoppel und Carsten Tietz

- Grundidee des Bausteins**
- Modellieren und Problemlösen
  - Produktive Aufgaben mit dem GTR
  - Verständnisförderung durch Simulation

- Zielgruppe und Ziele**
- Lehrpersonen der Sekundarstufe II:
- kennen die wichtigsten Befehle im Umgang mit dem Rechner:
    - Daten in Tabellen verwenden
    - Daten in verschiedenen Diagrammtypen darstellen
    - Regressionsfunktionen bestimmen
    - Wertetabellen nutzen
    - Zufallszahlen erzeugen
    - Simulationen erstellen
  - erkennen anhand exemplarischer Aufgaben (BA1–BA4) den Mehrwert des Rechnereinsatzes im Bereich des Modellierens.
  - erkennen den didaktischen Mehrwert der Simulation im Stochastikunterricht.

**Hintergrund**

Zielsetzung des zweiten Bausteins dieses Moduls ist das Aufzeigen der Potentiale, die mit digitalen Werkzeugen wie dem GTR/CAS beim mathematischen Modellieren anhand der Inhaltsbereiche Analysis, lineare Algebra und Stochastik einhergehen. Zu diesen gehört insbesondere das Entdecken mathematischer Zusammenhänge, wie es beim interaktiven Erkunden etwa beim Modellieren geschieht (vgl. Barzel & Greefrath 2015). „Digitale Werkzeuge ermöglichen hier neue Erkenntniswege, indem verschiedene Modelle umgesetzt werden können oder mit Beispielen am Computer die Suche nach Mustern und Strukturen ermöglicht wird. Dies können etwa mehrere Funktionsgraphen zur Untersuchung der Bedeutung von Parametern oder mehrere Terme sein, um Analogien zu finden und auf eine allgemeine Formel zu schließen. Aber auch Simulationen oder das Darstellen einer Fülle statistischer Daten können zur Struktursuche genutzt werden, wodurch Charakteristika bestimmter mathematischer Modelle und Konzepte in den Daten selbst gefunden werden können“ (ebd., S. 149).

**Struktur und Kernaktivitäten**

Im Rahmen dieses Bausteins steht je eine exemplarische Modellierungsaufgabe aus der Analysis und Linearen Algebra im Mittelpunkt, um das Potential des Rechnereinsatzes zu erleben und zu reflektieren. Dabei wird auch die Verwendung von Messwertsensoren zur Erhebung realer Daten durch die Schülerinnen und Schüler integriert (hier: Abkühlen von Kaffee), um die Eigenschaften von Exponentialfunktionen im Kontext geeigneter Wachstums- bzw. Zerfallsvorgänge zu thematisieren und zu verdeutlichen. Mit Hilfe des Rechners können dann entsprechende zugehörige Temperaturverlaufskurven erstellt und das Abkühlverhalten zweier unterschiedlicher Flüssigkeiten verglichen werden. Nach der Bearbeitung derartiger Aufgaben reflektieren die Lehrpersonen zunächst alleine, dann im Plenum die Rolle des Rechners in den einzelnen Schritten des Modellierungskreislaufes.



**Verfügbares  
Material**

1. Präsentation:  
DZLM-DigWerk-BS-2-Folien 20170501.pptx
  
  2. Material für die Arbeitsphasen:  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_01\_Erdöl\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_02\_Kaffee\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_03\_Laufen\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_04\_Minute\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_05\_Galton\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_06\_Chuck\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_07\_Geburtstag\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_08\_Wichteln\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_09\_Rosinen\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_10\_Foto\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_11\_Crash\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_12\_Würfel\_AB.docx  
DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_13\_S-Bahn\_AB.docx
  
  3. Hilfe zur Bedienung  
z. B.: <https://wiki.zum.de/wiki/TL-Nspire/Glossar>
- Außerdem notwendig:
- Laptop, Beamer, evtl. Presenter, Edding-Stifte

## Beispiel mögliche Zeitstruktur für einen 3 Stunden-Block

Zeit	Phase / Aktivität	SF/M	Material / Medien
45 min	<b>Reflexion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konnten Sie etwas umsetzen von den Ideen des letzten Treffens?</li> <li>▪ Nennen Sie die Highlights oder die Schwierigkeiten, die Sie hatten?</li> <li>▪ Wie haben Sie den Unterricht gestaltet?</li> <li>▪ Mehr EA/GA oder mehr UG?</li> <li>▪ Hat sich in ihrer Unterrichtsgestaltung etwas verändert?</li> <li>▪ HA sinnvoll? – weitere Ideen</li> </ul>	PL	
15 min	<b>Impulsreferat</b> Potential digitaler Werkzeuge an Unterrichtsbeispielen zum Modellieren	PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-2-Folien 20170501.pptx (S. 3–17)
15 min	<b>Aufgaben zur Analysis</b> <b>Weltweiter Erdölverbrauch</b> Darstellung der Daten mit Wertetabelle und Graph; Testen verschiedener Regressionsfunktionen und deren Deutung;	PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-2-Folien 20170501.pptx (S. 18)
	Fokus bei der Bearbeitung: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vollziehen Sie am Beispiel die Schritte des Modellierungskreislaufes nach.</li> <li>▪ Achten Sie auf die Validierung der Ergebnisse?</li> </ul>		Aufgaben <sup>1</sup> 01_Erdöl 02_Kaffee
	<b>Abkühlen einer Kaffeetasse</b> Als Beispiel für einen noch stärkeren Bezug zum Modellierungskreislauf		
5 min	<b>Pause</b>		
70 min	<b>Funktionen gehen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vortrag: „Messwerterfassung mit dem GTR“</li> <li>▪ Beispiele für Einsatz der Sensoren:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Funktionen laufen (Entfernungsmessung mit dem Ultraschallsensor)</li> <li>○ Temperatursensor (Kaffee abkühlen lassen)</li> </ul> </li> </ul>	PL/GA	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-2-Folien 20170501.pptx (S.19– 25)
60 min	<b>Pause</b>		

<sup>1</sup> Hier sind jeweils nur die Kurzformen der Dateinamen angegeben, z.B.: ‚...01\_Erdöl‘ steht für ‚DZLM\_DigWerk\_BS\_2\_Aufgaben\_01\_Erdöl\_AB.docx‘

Zeit	Phase / Aktivität	SF/M	Material / Medien
45 min	<b>Aufgaben zur Stochastik</b> „Minute einschätzen“ Mittelwert / Standardabweichung; Visualisierung von Daten: Histogramm, Boxplot <i>Daran die Schritte zur Simulation erläutern...</i>	GA	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-2-Folien 20170501.pptx (S.26- S.27)  Aufgabe <sup>1</sup> 04_Minute
10 min	<b>Input „Simulation“</b>	PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-2-Folien 20170501.pptx (S.28–30)
45 min	<b>Galtonbrett</b> Tabellenkalkulation, <i>Simulation mit Zufallszahlen</i> , Darstellung der Daten		Präsentation DZLM-DigWerk-BS-2.pptx (S.31) Aufgabe <sup>1</sup> 05_Galton
„Haus- aufgaben“	<b>Zirkel mit verschiedenen Aufgaben zur Auswahl.</b> „Chuck-a-Luck“ (BA6), „Geburtstagsproblem“ (BA7), „Wichtelproblem“ (BA8), „Rosinenproblem“ (BA9), „Blinzelfreies Foto“ (BA10) Tabellenkalkulation; Zufallszahlen; Darstellung	PL GA	Aufgabe <sup>1</sup> 06_Chuck 07_Geburtstag 08_Wichteln 09_Rosinen 10_Foto 11_Crash 12_Würfel 13_S-Bahn
15 min	<b>Diskussion / Reflexion / Aufgaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konkrete Treffen vereinbaren</li> <li>▪ Konkrete Vereinbarungen für Hospitationen</li> <li>▪ Erfahrungsberichte und -material zu obigen Themen online stellen (evtl. können Gruppen für ein Teilthema zugeordnet werden um Verbindlichkeit zu erhöhen)</li> <li>▪ Aufruf zum Sammeln und Mitbringen von Material zu Baustein 4</li> </ul>		Präsentation DZLM-DigWerk-BS-2-Folien 20170501.pptx (S.32–34)

### Quelle und Nutzungsrechte



Dieser Baustein wurde in Kooperation mit allen oben genannten Autorinnen und Autoren für das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) konzipiert. Dabei wurde auch auf Material aus dem Projekt „Teachers Teaching with Technology“ zurückgegriffen. (T<sup>3</sup>, <http://www.t3deutschland.de>).

Es kann, soweit nicht anderweitig gekennzeichnet, unter der **Creative Commons Lizenz BY-SA: Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International** weiterverwendet werden. Das bedeutet: Alle Folien und Materialien können, soweit nicht anders gekennzeichnet, für Zwecke der Aus- und Fortbildung genutzt und verändert werden, wenn die Quellenhinweise mit DZLM, Projektname und Autorinnen und Autoren aufgeführt bleiben sowie das bearbeitete Material unter der gleichen Lizenz weitergegeben wird (<https://creativecommons.org/licenses/>).

Bildnachweise und Zitatquellen finden sich auf den jeweiligen Folien bzw. Zusatzmaterialien.

### Literaturbezug

Die Literaturangaben zu den Aufgaben befinden sich jeweils auf den Aufgabenblättern.



## Steckbrief zu Baustein 3 | Unterricht: Unterrichtsprozesse mit digitalen Werkzeugen gestalten



Von Bärbel Barzel, Marcel Klinger, Daniel Thurm, Joyce Peters-Dasdemir und Oliver Wagener  
 Unter Mitarbeit von Andreas Büchter, Michael Casper, Gilbert Greefrath, Heinz Laakmann, Florian Schacht, Hannes Stoppel und Carsten Tietz

### Grundidee des Bausteins

- gezielte Anregungen für die Gestaltung von Unterrichtsprozessen mit dem GTR/CAS
- digitale Werkzeuge an verschiedenen Stellen des Unterrichtsverlaufs einsetzen
- Aufgaben zum produktiven Üben auch mit dem GTR/CAS einsetzen

### Zielgruppe und Ziele

- Lehrpersonen der Sekundarstufe II:
- erkennen, dass sich der Einsatz des GTR je nach Phase unterscheidet und der GTR verschiedene Funktionen erfüllt,
  - nutzen den GTR bei geeigneten Themen auch zum Einstieg in ein neues Thema,
  - unterscheiden verschiedene Ziele und Formate beim Üben.

### Hintergrund

Das Unterrichten mit dem GTR bedingt eine veränderte Unterrichtsorganisation durch häufigere schülerzentrierte Unterrichtsphasen. Deshalb werden in diesem Baustein speziell die Unterrichtsprozesse in den Blick genommen. Ausgehend von dem Ziel, die Kompetenz der Lehrpersonen im Bereich der Unterrichtsgestaltung mit dem GTR zu fördern, folgt der erste Teil des Bausteins der Frage, in welcher Unterrichtsphase der GTR eingesetzt wird und welche Rolle er dabei jeweils spielt. Insbesondere im Rahmen der Einführung neuer Inhalte sollte das didaktische Potential digitaler Werkzeuge nicht verschenkt werden.

Im zweiten Teil des Bausteins wird das Ziel verfolgt, Lehrpersonen mit geeigneten Aufgaben zum Üben mit dem GTR vertraut zu machen. Hierbei wurden zunächst die unterschiedlichen Arten und Facetten des Wissens (Prediger et al. 2013) unterschieden, welche geübt werden können. Häufig verstehen Lehrpersonen unter dem Begriff des „Übens“ nur das prozedurale Einüben mathematischer Verfahren und Algorithmen. Ein erweitertes Verständnis des Übens umfasst aber zum Beispiel auch das Vertiefen des konzeptuellen Wissens. Hierbei können digitale Werkzeuge einen entscheidenden Mehrwert liefern: Neue Formate des Übens werden möglich, die ohne diese Werkzeuge nicht realisierbar sind, wie das Einstiegsbeispiel der Potenzblume zeigt. In dieser Phase der Fortbildung werden auch hilfsmittelfreie Aufgabenformate zum produktiven Üben diskutiert, z. B. die Bestätigung oder Falsifizierung gegebener Aussagen. Hier kann z. B. der GTR dazu dienen, dass Schülerinnen und Schüler eine Vielzahl eigener Beispiele und Gegenbeispiele generieren und Begründungszusammenhänge finden.

### Struktur und Kernaktivitäten

An welcher Stelle digitale Werkzeuge im Unterrichtsverlauf eingesetzt werden können, wird insbesondere anhand zweier kontrastierender Unterrichtsentwürfe veranschaulicht. Hierbei wird die bereits aus Baustein 1 bekannte Aufgabe der „Potenzblume“ genutzt. Die Aufgabe dient dabei als Element zweier kontrastierender Unterrichtsstrukturen. Einmal wird die Aufgabe zum *Einstieg* in das Thema der Potenzfunktionen genutzt, einmal dient sie als *Übungsaufgabe nachdem* die Potenzfunktionen ohne digitale Werkzeuge eingeführt wurden. Die Lehrpersonen sollen Gemeinsamkeiten und Unterschiede der beiden Vorgehensweisen untersuchen. Sie reflektieren über die Schüleraktivitäten, die bei den Lernenden angeregten Kompetenzen sowie über die Funktionalitäten des GTR, welche in beiden Szenarien genutzt werden (z. B. zum Generieren von Beispielen, zum Visualisieren, zum Kontrollieren etc.). Die Lehrpersonen präsentieren und diskutieren ihre Gruppenergebnisse, wobei im besten Fall deutliche Unterschiede zwischen den beiden Unterrichtsstrukturen sichtbar werden. Abschließend werden mögliche Schlüsse für den eigenen Unterricht thematisiert und reflektiert.

Anschließend wird auf die Thematik des produktiven Übens eingegangen. Nach Vorstellung und Diskussion der Wissensfacetten und zugehöriger Beispielaufgaben in einem kurzen Vortrag, sind die Lehrpersonen anschließend selbst angehalten, Aufgaben zum produktiven Üben (im Themenbereich Funktionen/Analysis) als Beispiele für sinnvolle Übungsaufgaben im Unterricht mit digitalen Werkzeugen zu entwickeln. Im Anschluss tauschen sich die Lehrpersonen über die entwickelten Aufgaben aus und reflektieren die Arbeitsphase vor dem Hintergrund des produktiven Übens.

### Verfügbares Material

1. Präsentation:  
DZLM-DigWerk-BS-3-Folien 20170501.pptx
2. Material für die Arbeitsphasen:  
DZLM\_DigWerk\_BS\_3\_Unterricht\_01\_Reihenfolge\_AB.docx

Außerdem notwendig:

- Laptop, Beamer, evtl. Presenter, Edding-Stifte
- Moderationskarten

**Mögliche Zeitstruktur für den Baustein: siehe nächste Seite**

### Quelle und Nutzungsrechte



Dieser Baustein wurde in Kooperation mit allen oben genannten Autorinnen und Autoren für das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) konzipiert. Dabei wurde auch auf Material aus dem Projekt „Teachers Teaching with Technology“ zurückgegriffen. (T<sup>3</sup>, <http://www.t3deutschland.de>).

Es kann, soweit nicht anderweitig gekennzeichnet, unter der **Creative Commons Lizenz BY-SA: Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International** weiterverwendet werden. Das bedeutet: Alle Folien und Materialien können, soweit nicht anders gekennzeichnet, für Zwecke der Aus- und Fortbildung genutzt und verändert werden, wenn die Quellenhinweise mit DZLM, Projektname und Autorinnen und Autoren aufgeführt bleiben sowie das bearbeitete Material unter der gleichen Lizenz weitergegeben wird.

(<https://creativecommons.org/licenses/>)

Bildnachweise und Zitatquellen finden sich auf den jeweiligen Folien bzw. Zusatzmaterialien.

### Literaturbezug

Die Literaturangaben zu den Aufgaben befinden sich jeweils auf den Aufgabenblättern.



## Beispiel mögliche Zeitstruktur für einen 3 Stunden-Block

Zeit	Phase / Aktivität	SF/M	Material / Medien
30 min	<b>Reflexion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Welche Beispiele haben Sie mitgebracht? (Einsammeln der mitgebrachten Materialien)</li> <li>▪ An welchen Stellen im Unterricht greifen Sie auf den GTR/CAS zurück?</li> <li>▪ Welche Ideen des letzten Treffens konnten Sie umsetzen?</li> <li>▪ Was waren die Schwierigkeiten und die Highlights?</li> </ul>	PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-3-Folien 20170501.pptx (S. 3) evtl. mit Metaphern und Kartenabfrage <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wegweiser</li> <li>▪ Vorfahrt beachten</li> <li>▪ Stoppschilder</li> </ul>
80 min	<b>Workshop zu Zeitpunkt und Funktionalität des Rechnereinsatzes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorstellen des Vorgehens (10 min)</li> <li>▪ gemeinsames Füllen der Tabelle als fachliche Einstimmung (15 min)</li> <li>▪ Austeilen zweier kontrastiver Unterrichtsentwürfe inkl. Arbeitsauftrag (45 min): <i>Einmal dient eine GTR/CAS-Aufgabe (Potenzblume) zum Einstieg, einmal dient sie als Übungsaufgabe am Schluss.</i></li> </ul>	PL  GA  GA	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-3-Folien 20170501.pptx (S. 4–6) Aufgabe DZLM_DigWerk_BS_3_Unterricht_01_Reihenfolge_A B.docx
30 min	<b>(Fortsetzung Workshop)</b> Präsentation und Diskussion der Gruppenergebnisse (30 Min) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Im besten Fall werden deutliche Unterschiede sichtbar.</li> <li>▪ Mögliche Fragen für die anschließende Diskussion:  <i>Welche Schlüsse ziehen Sie für sich daraus? Was passiert, wenn in der GA-Stunde der Graph nicht erzeugt wird und man das nur numerisch löst, auch ohne Funktion...?</i></li> </ul>	PL	
25 min	<b>Vortrag Zeitpunkt und Funktionalität des Rechnereinsatzes</b>	PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-3-Folien 20170501.pptx (S.7–17)
75 min	<b>Pause</b>		
30 min	<b>Vortrag zum Produktiven Üben</b> Vortrag soll als Handout im Anschluss an den Vortrag den Teilnehmenden zur Verfügung gestellt werden.	PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-3-Folien 20170501.pptx (S.18–35)
30 min	<b>Workshop zum Produktiven Üben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teilnehmende entwickeln selbst Aufgaben zum produktiven Üben (im Themenbereich Funktionen/Analysis und nicht zu Kalkül) als Beispiel eines sinnvollen Übens mit/bei Rechnereinsatz (60 min)</li> <li>▪ TN stellen Aufgaben vor und diskutieren diese (30 min)</li> </ul>	GA bzw. PL	Ausgedruckte Folien des vorherigen Vortrags
30 min	<b>Diskussion/Reflexion/Aufgaben</b> Ausblick für Baustein 4	PL	

## Steckbrief zu Baustein 4: Prüfungen

### Digitale Werkzeuge in Prüfungssituationen



Von Bärbel Barzel, Marcel Klinger, Daniel Thurm, Joyce Peters-Dasdemir und Oliver Wagener unter Mitarbeit von Andreas Büchter, Michael Casper, Gilbert Greefrath, Heinz Laakmann, Florian Schacht, Hannes Stoppel und Carsten Tietz

#### Grundidee des Bausteins

- Lehrpersonen befähigen, geeignete Prüfungsaufgaben für den Rechnereinsatz zu erkennen und zu entwickeln
- Berücksichtigung verschiedener Aspekte einer Lösung
- Sensibilisierung der teilnehmenden Lehrpersonen für das Problemfeld der Schülerdokumentation beim Einsatz digitaler Werkzeuge

#### Zielgruppe und Ziele

Lehrpersonen der Sekundarstufe II:

- erkennen und entwickeln geeignete Aufgaben für den hilfsmittelfreien und den rechnergestützten Teil in Prüfungen,
- analysieren Aufgaben mit Rechnereinsatz hinsichtlich der Art der kognitiven Aktivierung und hinsichtlich der Rolle der Technologie,
- reflektieren Schülerdokumentationen vor dem Hintergrund des Rechnereinsatzes und differenzieren zwischen der Nutzung von Rechnersprache in Dokumentationen während des Lernprozesses und in Prüfungssituationen.
- sind in der Lage, ihren SuS Anleitungen zur Dokumentation von Lösungen mit CAS und GTR in ihren Mitschriften zu geben.

#### Hintergrund

Der Einsatz von digitalen Werkzeugen ist in vielen Bundesländern auch in den zentralen Abschlussprüfungen vorgesehen. Sie können dabei ein Katalysator sein, bestehende Prüfungsformen durch weitere, eher prozessorientierte Aufgaben zu ergänzen. Dabei werden häufig Aufgaben in Klassenarbeiten mit Rechner verwendet, die auch ohne digitale Werkzeuge möglich wären. Basierend auf dem Ziel, die Lehrpersonen zu befähigen geeignete Rechneraufgaben zu identifizieren und zu gestalten, werden zunächst vier verschiedene Arten von Prüfungsaufgaben unterschieden:

- Aufgaben, bei denen der GTR-Einsatz erforderlich ist (z. B. Test der Bedienkompetenz)
- Aufgaben, bei denen der GTR-Einsatz optional/hilfreich ist (z. B. schneller lösbar, neue/erweiterte Lösungsstrategien, numerische statt symbolische Bestimmung von Lösungen, Einsatz als heuristisches Werkzeug (z. B. bei Symmetrieuntersuchungen), Kontrollinstrument)
- Aufgaben, bei denen der GTR-Einsatz keine wesentliche Hilfe darstellt
- Aufgaben, bei denen der GTR-Einsatz normativ ausgeschlossen ist (hilfsmittelfreie Aufgaben)

#### Struktur und Kernaktivitäten

In einem ersten Schritt bearbeiten die Lehrpersonen exemplarische Abituraufgaben, die für den Einsatz mit digitalen Werkzeugen konstruiert sind, und analysieren sie hinsichtlich der genannten vier Aspekte. Im Anschluss erfolgt eine Diskussion und Reflektion der Ergebnisse. Hierauf aufbauend werden Kriterien für „gute“ Rechner-Prüfungsaufgaben erarbeitet. Diese Kriterien werden anschließend genutzt, um in einer Arbeitsphase die vorher besprochenen Prüfungsaufgaben im Sinne der entwickelten Kriterien zu modifizieren.

Ein weiterer Aspekt ist, dass hilfsmittelfreie Aufgaben in Klausuren nicht nur dazu dienen sollen, Algorithmen und Verfahren abzufragen, sondern bewusst auch Vorstellungen zu Begriffen und Verfahren integrieren sollten. Die Lehrpersonen setzen sich in diesem Zusammenhang mit möglichen Aufgabenformaten auseinander, die verständnisorientiert im hilfsmittelfreien Teil verwendet werden können.

Eng verknüpft mit dem Thema des Einsatzes digitaler Werkzeuge in Prüfungen ist das Thema der angemessenen Dokumentation der Lösungen von Lernenden. In den Klausuren ist auf eine formal und fachsprachlich korrekte Darstellung und fachlich vollständige Argumentation zu

achten. Insbesondere beim Gebrauch digitaler Werkzeuge ist eine nachvollziehbare und vollständige Kommentierung der Arbeitsschritte zwingend erforderlich. Kriterien für die Dokumentation von Lösungen müssen den Schülerinnen und Schülern transparent gemacht werden, z. B. dass Lösungen in Prüfungen mathematische Konventionen berücksichtigen und möglichst keine „Rechnersprache“ enthalten sollten. Es wird reflektiert, dass je nach unterrichtlicher Situation (Im Lernprozess: Erkundung, Sicherung; in Leistungssituationen: Klausur im Kursverband, zentrale Klausur) die Dokumentation hinsichtlich der Rechnersprache unterschiedlich aussehen kann. Um die Lehrpersonen für dieses komplexe Thema zu sensibilisieren und sie zu befähigen, eigene Kriterien für Schülerdokumentationen zu entwickeln, wird in einer ersten Arbeitsphase mit konkreten Schülerdokumentationen gearbeitet. Daran soll auch die Notwendigkeit erkannt werden, das Erlernen von Dokumentationskompetenzen zum expliziten Unterrichtsgegenstand zu machen.

### Verfügbares Material

1. Präsentation:  
DZLM-DigWerk-BS-4-Folien 20170501.pptx
2. Material für die Arbeitsphasen:  
DZLM\_DigWerk\_BS\_4\_Prüfungen\_01\_Klausuraufgaben\_AB.docx
3. Hilfe zur Bedienung  
z. B.: <https://wiki.zum.de/wiki/TI-Nspire/Glossar>

Außerdem notwendig:

- Laptop, Beamer, evtl. Presenter, Edding-Stifte
- Moderationskarten

### Mögliche Zeitstruktur für den Baustein: siehe nächste Seite

### Quelle und Nutzungsrechte

Dieser Baustein wurde in Kooperation mit allen oben genannten Autorinnen und Autoren für das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) konzipiert. Dabei wurde auch auf Material aus dem Projekt „Teachers Teaching with Technology“ zurückgegriffen. (T<sup>3</sup>, <http://www.t3deutschland.de>).



Es kann, soweit nicht anderweitig gekennzeichnet, unter der **Creative Commons Lizenz BY-SA: Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International** weiterverwendet werden. Das bedeutet: Alle Folien und Materialien können, soweit nicht anders gekennzeichnet, für Zwecke der Aus- und Fortbildung genutzt und verändert werden, wenn die Quellenhinweise mit DZLM, Projektname und Autorinnen und Autoren aufgeführt bleiben sowie das bearbeitete Material unter der gleichen Lizenz weitergegeben wird.

### Literaturbezug

Barzel, B., & Greefrath, G. (i.V.). Digitale Werkzeuge sinnvoll integrieren. In W. Blum (Hrsg.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret: Sekundarstufe II* (S. 141–153). Berlin: Cornelsen Scriptor.



## Beispiel mögliche Zeitstruktur für einen 3 Stunden-Block

Zeit	Phase / Aktivität	SF/M	Material / Medien
60 min	<b>Reflexion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Welche Ideen des letzten Treffens konnten Sie umsetzen?</li> <li>▪ Was waren die Schwierigkeiten und die Highlights?</li> <li>▪ Wie ist ihre Stimmung zum GTR?</li> <li>▪ Berichten Sie aus Ihrer Erfahrung der Unterrichtsgestaltung mit dem GTR.</li> </ul>	PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-4-Folien 20170501.pptx (S. 3–4)
15 min	<b>Pause</b>		
30 min	<b>Vortrag zu Prüfungsaufgaben inkl. Aktivität zur Beurteilung einer Prüfungsaufgabe</b>	PL GA	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-4-Folien 20170501.pptx (S. 5–13)
75 min	<b>Workshop zu Prüfungsaufgaben mit Rechner</b> Bearbeiten, Analysieren und Modifizieren von Prüfungsaufgaben mit und ohne Rechner im Sinne der vier Aspekte Abschließend kurzer Austausch im Plenum	GA;  PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-4-Folien 20170501.pptx (S. 14–19)  Aufgabe DZLM_DigWerk_BS_4_Prüfungen_01_Klausuraufgaben_AB.docx
90 min	<b>Pause</b>		
25 min	<b>Workshop zur Dokumentation von Schülerlösungen</b> Bezug zu den eigenen/curricularen Vorgaben des Bundeslands herstellen	GA	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-4-Folien 20170501.pptx (S. 20–33)
60 min	<b>Warum Grafikrechner?</b> Diskussion über Vor- und Nachteile von GTR in Abgrenzung zu nur händischem Arbeiten und zu Arbeiten mit Tablets und Computern	PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-4-Folien 20170501.pptx (S. 34–35)
60 min	<b>Abschluss Diskussion / Reflexion / Aufgaben</b> Konkrete Vereinbarungen (Zusammenarbeit anregen) Wie geht's weiter?	PL	Präsentation DZLM-DigWerk-BS-4-Folien 20170501.pptx (S. 36–39)