



Kognitive Aktivierung – Option 1

Anforderungen fokussieren

...um sich auf Wesentliches zu beschränken

Dieser Foliensatz „*Kognitive Aktivierung – Option 1: Anforderungen fokussieren um sich auf das Wesentliche zu beschränken*“ wurde im Rahmen des Projekts [DigitUS](#) von [Stefan Ufer](#), [Timo Kosiol](#), [Matthias Mohr](#) und [Christian Lindermayer](#) und erstellt und ist als [CC-BY-SA4.0](#) lizenziert.

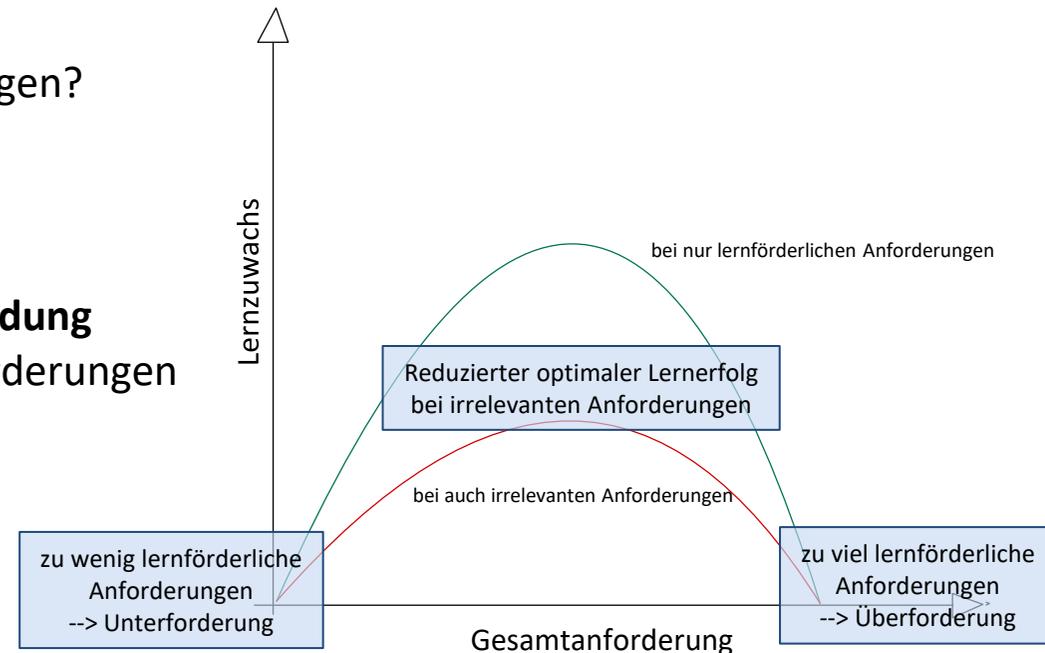
Einen Überblick über alle Materialien im DigitUS-Projekt findet sich im [Einführungskapitel](#).

Eine ausführliche Darstellung der Inhalte der Präsentation findet sich in der [Handreichung für Mathematik-Lehrkräfte](#).

Anforderungen fokussieren

Hintergrund

- **Aufgaben, die tiefe Verarbeitung anregen sollen, sind häufig anspruchsvoll.**
Besonders für Lernende mit weniger günstigen Lernvoraussetzungen (z.B. Vorwissen, Selbstkonzept).
- **Anforderungen in der realen Unterrichtspraxis**
 - Insgesamt geringe Umsetzung „tiefer Verarbeitung“, häufig Vereinfachung von Anforderungen im Unterrichtsgespräch.
 - *Mögliche Ursache:*
Vermutete oder reale Überforderung der Lernenden bei komplexeren Anforderungen?
Oder ist es eine Sache der Dosierung?
- **Aus der Instruktionsforschung**
 - Forschungsstand legt eine **U-förmige Verbindung** zwischen Umfang der lernförderlichen Anforderungen und dem Lernzuwachs nahe.
 - Irrelevante Anforderungen reduzieren den Lernzuwachs zusätzlich.



■ **Notwendige Balance:**

- Zu hohe Anforderungen führen zu Überforderung und behindern Lernprozesse.
 - Zu niedrige Anforderungen sind nicht wirksam für verständnisvolles Lernen.
- Welche Anforderungen der Aufgaben sind wirklich für das Lernen notwendig?

lernrelevante Anforderungen

Welche Denk- und Problemlöseprozesse sind notwendig, damit die Lernenden in Bezug auf das Lernziel Fortschritte machen?

z.B.
Begründen, Explorieren, Beschreiben, Zusammenhänge erkennen, (aktiv) nachvollziehen,...

nicht direkt relevante Anforderungen

Welche Denk- und Problemlöseprozesse erfordert die Aufgabe,

- die nicht zwingend für den Lernfortschritt nötig sind
- und diesen ggf. sogar behindern?

z.B.
ein komplexes, zu lernendes Verfahren selbst (er-)finden

Anforderungen fokussieren

Grundidee

- **Was lernrelevant ist, hängt vom Lernziel ab.**
z.B. "lineare Gleichungen lösen"

Lernziel	lernförderlich	nicht direkt relevant
Das Verfahren effizient durchführen können.	Schritte selbst durchführen; Ergebnis kontrollieren; ggf. Vorgehensweisen vergleichen; verschiedene Fälle für die Lösungsmenge betrachten.	Schritte selbst entdecken; Schritte oder Verfahren begründen.
Erklären können, <i>warum</i> das Verfahren funktioniert.	Schritte oder Verfahren begründen; eigene Begründung schreiben und prüfen.	Schritte selbst entdecken; Schritte selbst durchführen.
(Anderen) Erklären können, <i>wie</i> das Verfahren funktioniert.	Eigene Beschreibung verfassen; fremde Beschreibungen bewerten.	Schritte oder Verfahren begründen.
Unbekannte Probleme (ganz allgemein) mathematisch selbständig bearbeiten und lösen.	Ein mögliches Vorgehen selbst entdecken.	Gleiches Verfahren mehrfach durchführen. Schritte oder Verfahren begründen.
Vertieftes Wissen über Äquivalenzumformungen oder andere grundlegende Konzepte.	Ein mögliches Vorgehen selbst entdecken. Schritte oder Verfahren begründen.	Gleiches Verfahren mehrfach durchführen.

Anforderungen fokussieren

Exemplarische wirksame Ansätze

- **Verfahren lernen: Lösungsbeispiele statt selbst lösen**
 - Lernende analysieren Musterlösungen anhand gezielter Fragen,...
 - ...anstatt ohne ausreichendes Vorwissen zu versuchen „das Rad selbst zu erfinden“.

- **Sprachunterstützung: Lernen mit eigenen und fremden Texten**
 - Unterstützung beim selbständigen Formulieren durch sprachliche Hilfen.
 - Schwierige Textmerkmale (Wörter, Satzkonstruktionen) in Texten vermeiden oder thematisieren.

- **Wünschenswerte Erschwernisse: Herausforderungen gezielt einsetzen**
 - Aufgaben, die problemlösendes Arbeiten *an den zentralen Ideen* herausfordern.
 - z.B. Aufmerksamkeit auf zentrale Probleme lenken durch „productive failure“:
Nicht-perfekte Ansätze der Lernenden in Bezug auf eine Leitfrage als Ausgangspunkt für systematische Betrachtung.

- **Nicht direkt relevante Anforderungen zu reduzieren**
 - Welche Informationen sollen die SchülerInnen selbst generieren? Inwiefern ist es wichtiger ggf. vorgegebene Informationen zu analysieren (z.B. Erklärungen, Lösungsbeispiele)?
 - Ist es z.B. sinnvoll technische Tätigkeiten (konkretes Rechnen) zu entlasten?
- **Anforderungen auf die zentralen Inhalte ausrichten**
 - Aktivitäten der Lernenden auf das fokussieren, was gerade gelernt oder vertieft werden soll.
 - z.B. Selbsterklärungen und Verständnisfragen zu vorgegebenen Informationen.
 - z.B. Explorieren und Analysieren von Zusammenhängen.
- **Anforderungen fokussieren bedeutet z.B. nicht**
 - Tiefe Verarbeitung durch oberflächlich lösbare Aufgaben zu verhindern.
 - Überhaupt keine technischen Fertigkeiten mehr zu automatisieren.
 - Den Lernenden „die Arbeit abzunehmen“.

Beispiel – Lösungsbeispiele analysieren – Prozentrechnung



Ziel:

Sachaufgaben zur Prozentrechnung lösen

Aufgabe 1:

Die Erde wird auch der „blaue Planet“ genannt, da sie mit einer Fläche von ca. 350 Millionen km^2 zu 70% aus Wasser besteht. Die Fläche des Weltmeeres wird im Allgemeinen in drei Ozeane unterteilt: Den Pazifik, den Atlantik und den Indischen Ozean. Die tiefste Stelle, das Witjastief im Marianengraben, liegt 11.034m unter dem Meeresspiegel. Die durchschnittliche Meerestiefe beträgt 3.800m. In den Meeren sind 96,5 % des gesamten Wassers des Planeten enthalten. Das Meerwasser enthält im Durchschnitt 3,5 % Salz. Die von der Landfläche umfassten 30% entfallen hauptsächlich auf sieben Kontinente; der Größe nach: Asien, Afrika, Nordamerika, Südamerika, Antarktika, Europa und Australien. Welche Fläche machen diese Kontinente in etwa aus?

Anforderungen fokussieren

Anfangs kein eigenständiges Lösen von Sachaufgaben,...

...sondern...

...aktives Nachvollziehen eines möglichen Vorgehens anhand von Beispielen,...

...dann zunehmend eigenständiges Lösen.

Prozessmodell: Mögliches Vorgehen

1. *Verstehe die Situation. Was gehört zu was?*

Suche heraus welche Angaben für die Fragestellung wichtig sind und welche nicht. Welcher Prozentwert gehört zu welchem Prozentsatz? Welche Größe fehlt?

2. *Was schätzt Du?*

Schätze, was in etwa rauskommen wird. Wie genau ist Deine Schätzung? Gib ggf. einen ganzen Bereich an.

3. *Rechne geschickt!*

Wie komme ich durch Multiplikation und Division von der einen Prozentangabe/ dem einen Prozentwert auf den anderen?

4. *Berechne die fehlende Größe. Prüfe sie und antworte.*

Berechne die fehlende Größe.

Prüfe, ob Dein Ergebnis mit Deiner Schätzung übereinstimmt.

Schreibe eine kurze Antwort auf. Begründe ggf. kurz warum Deine Schätzung abweicht.

„vom Vormachen zum Selbermachen“

Aufgabe 1:

Stückstoff: $25\% \triangleq 5.000\text{l}$
Wasserstoff: $75\% \triangleq _____\text{l}$ Schätzung: 15.000l

$5.000\text{l} : 3 = 15.000\text{l}$

Antwort: Man benötigt dabei 15.000l Wasserstoff.

Aufgabe 2:

Vorherige Wahl: $12\% \triangleq 9$ Sitze
Jetzige Wahl: $4\% \triangleq _____\text{ Sitze}$
 $16\% \triangleq _____\text{ Sitze}$ Schätzung: 12 Sitze

Aufgabe 3:

Lohnsteuer: $440\text{€} \triangleq 22\%$
Solidaritätszuschlag: $100\text{€} \triangleq _____\%$ Schätzung: 8%

Aufgabe 4:

Bisher: $80\% \triangleq 6.000$ Displays
Noch: $50\% \triangleq _____\text{ Displays}$

Aufgabe 5:

Anforderungen fokussieren

Beispiel – Lösungsbeispiele analysieren – Prozentrechnung



Ziel:
Sachaufgaben zur Prozentrechnung lösen

Aufgabe 1:
Die Erde wird auch der „blaue Planet“ genannt, da sie mit einer Fläche von ca. 350 Millionen km² zu 70% aus Wasser besteht. Die Fläche des Weltmeeres wird im Allgemeinen in drei Ozeane unterteilt: Den Pazifik, den Atlantik und den Indischen Ozean. Die tiefste Stelle, das Witjastief im Marianengraben, liegt 11.034m unter dem Meeresspiegel. Die durchschnittliche Meerestiefe beträgt 3.800m. In den Meeren sind 96,5 % des gesamten Wassers des Planeten enthalten. Das Meerwasser enthält im Durchschnitt 3,5 % Salz. Die von der Landfläche umfassten 30% entfallen hauptsächlich auf sieben Kontinente; der Größe nach: Asien, Afrika, Nordamerika, Südamerika, Antarktika, Europa und Australien. Welche Fläche machen diese Kontinente in etwa aus?

Anforderungen fokussieren

Anfangs kein eigenständiges Lösen von Sachaufgaben,...

...sondern...

...aktives Nachvollziehen eines möglichen Vorgehens anhand von Beispielen,...

...dann zunehmend eigenständiges Lösen.

Selbsterklärung: Aktive Verarbeitung trotz vorgegebener Lösung

Wieso steht die „3“ hier auf beiden Seiten?

Warum ist das die richtige Lösung der Aufgabe?

Worauf muss man achten, wenn man sich diesen „Zwischenwert“ überlegt?

Warum ist es wichtig, sich diese beiden Zahlen zu überlegen?

Was wäre ein sinnvoller nächster Schritt?

ggf. sprachliche Unterstützung (Satzanfänge, Wortspeicher,...)

„vom Vormachen zum Selbermachen“

Aufgabe 1:
Stückstoff: $25\% \triangleq 5.000!$
Wasserstoff: $75\% \triangleq \underline{\quad}$ | Schätzung: 15.000
 $5.000! : 3 = 15.000!$
Antwort: Man benötigt dabei 15.000! Wasserstoff.

Aufgabe 2:
Vorherige Wahl: $12\% \triangleq 9$ Sitze
Jetzige Wahl: $4\% \triangleq \underline{\quad}$ Sitze | Schätzung: 12 Sitze
 $16\% \triangleq \underline{\quad}$ Sitze

Aufgabe 3:
Lohnsteuer: $440€ \triangleq 22\%$
Solidaritätszuschlag: $100€ \triangleq \underline{\quad}\%$ | Schätzung: 8%

Aufgabe 4:
Bisher: $80\% \triangleq 6.000$ Displays
Noch: $50\% \triangleq \underline{\quad}$ Displays

Aufgabe 5:

Anforderungen fokussieren

Beispiel – Strategien diskutieren – lineare Gleichungen

Ziel: Lösungswege vergleichen

Mehr oder weniger geschicktes Vorgehen beim Lösen von linearen Gleichungen diskutieren.

Anforderungen fokussieren

Nutzen von Strategien aus einer App...

...um eigenständiges Lösen (hier) zunächst zu vermeiden...

...und den Fokus auf die Analyse der Lösungswege zu legen....

...und eine Bandbreite von Strategien ansprechen zu können.

Auftrag: Lösungswege analysieren

Lass die folgenden Gleichungen mit der App PhotoMath lösen:

$$\begin{aligned} 3 + 3x &= 4(3 - x) + 5 \\ 2(3 - x) + 1 &= (3 - x) + 5 \\ 2(3 - x) + 1 &= 3(3 - x) + 5 \end{aligned}$$

Prompts zur tiefen Verarbeitung

Betrachte jeden Lösungsweg einzeln, Schritt für Schritt:

- Was wird hier gemacht?
Warum ist das richtig?
- Ist es sinnvoll so vorzugehen?
- Wäre die Lösung anders vielleicht einfacher?

Lösungswege

Lösungsschritte

$$2(3 - x) + 1 = (3 - x) + 5$$

Entferne Klammern

Schreibe neu

$$6 - 2x + 1 = 3 - x + 5$$

Berechne

$$7 - 2x = 8 - x$$

Bewege Terme

Lösungsschritte

$$2(3 - x) + 1 = 3(3 - x) + 5$$

Bewege Terme

$$2(3 - x) - 3(3 - x) = 5 - 1$$

Faktoriere den Ausdruck

$$(2 - 3)(3 - x) = 5 - 1$$

Berechne

Anforderungen fokussieren

Zum Material

Didaktische Erläuterungen



Beispiel Zusammenhänge erkunden – Flächeninhalt Kreissektor

Angepasst nach: *Kopf oder Zahl 8*, S. 81
App GeoGebra: <https://www.geogebra.org/>

Thema: Flächeninhaltsformel
zum Kreissektor

Ziel:
Zusammenhänge zwischen Radius,
Mittelpunktswinkel und Flächeninhalt
analysieren.

Anforderungen fokussieren
z.B. durch

Sprachunterstützung...
...um von sprachlichen Anforderungen zu
entlasten.

Einsatz eines DGS...
...um Lernende vom technischen Rechnen
zu entlasten...
...und den Fokus auf die Analyse des
Zusammenhangs zu fokussieren.

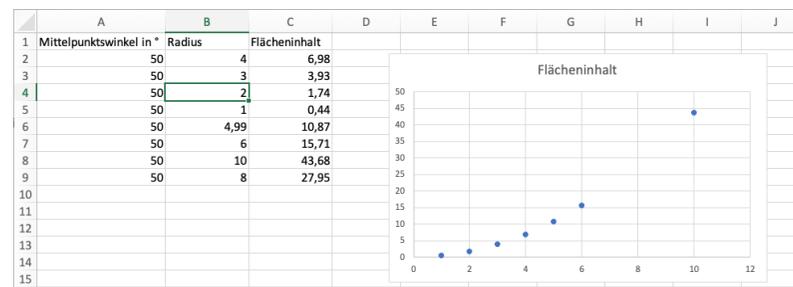
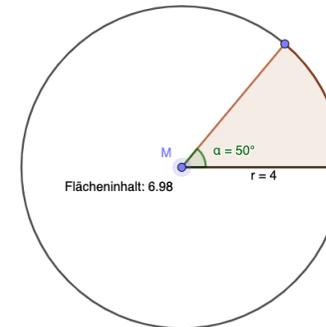
Einsatz einer Tabellenkalkulation...
...um die Beispiele zu sammeln und die
Ergebnisse als Diagramm darzustellen.

Arbeitsauftrag

Beispiel: Wenn der Mittelpunktswinkel α vergrößert wird und der Radius r gleich bleibt, dann vergrößert sich der Flächeninhalt des Kreissektors.

Formuliere selbst Zusammenhänge!

Wenn ..., dann ... sich der Flächeninhalt des Kreissektors.



Wenn	, dann
wird	und
vergrößert	verkleinert
verdoppelt	verdreifacht
ver...facht	halbiert
gedrittelt	ge...telt
gleich bleibt	
der Radius r	der Winkel α
sich der Flächeninhalt.	

Anforderungen fokussieren

Einordnung

Worauf will ich die Lernaktivitäten eigentlich fokussieren?

Welche Anforderungen an die Lernenden sind an dieser Stelle des Unterrichts wichtig?

Ausgangslage

Material & Idee

Planung der Umsetzung

Voraussetzungen der SuS

Ziele für die Aktivität

Aufträge

Tools & Medien

angestrebte Lernaktivitäten

Einbettung im Unterricht

Prozessunterstützung

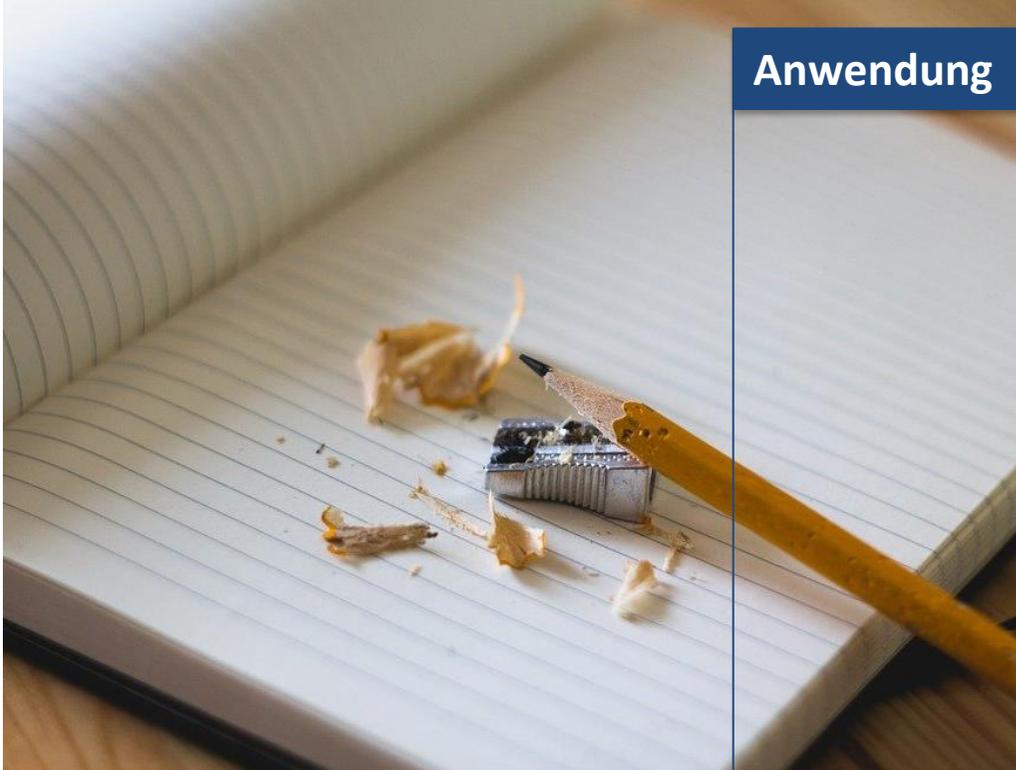
Lösungen beobachten

Diskussion von Lösungen

Wie gut ist für die Lernenden erkennbar worum es geht?

Wie kann ich die Lernenden ggf. bei Bedarf fokussieren bzw. entlasten?

Können digitale Medien dazu beitragen irrelevante Anforderungen zu reduzieren?



Anwendung

Analysieren Sie eines der Beispiele.

Was ist jeweils das Ziel?

- Was sind lernförderliche Anforderungen bei einer möglichen Erarbeitung?
- Was wären nicht direkt relevante Anforderungen bei einer möglichen Erarbeitung?

Wie werden Anforderungen hier fokussiert?

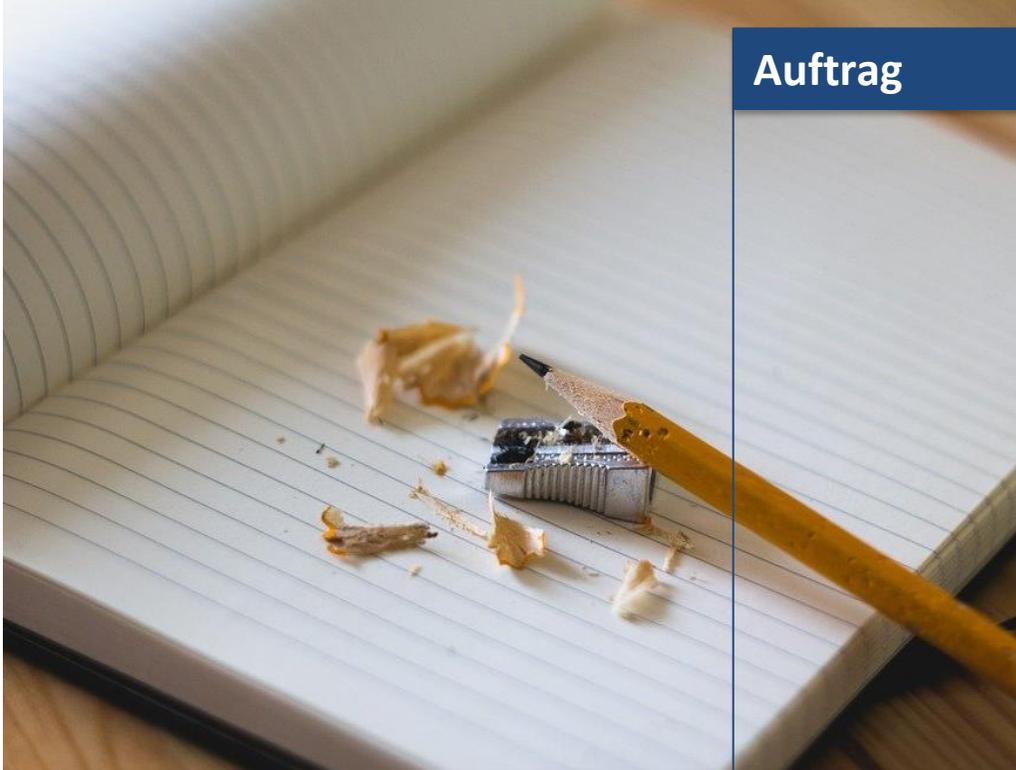
- Welche Aspekte werden für die Arbeit der Lernenden in den Vordergrund gestellt?
- Welche Anforderungen werden gezielt reduziert?
- Wie wird das erreicht?

Wo könnte optimiert werden?

- Wie könnte das Ziel anders, und dennoch mit realistischen Anforderungen angegangen werden?
- Wo würde sich ggf. auch eine Differenzierung anbieten?

Notieren Sie konkrete Verbesserungsmöglichkeiten!

Nutzen Sie gerne die verlinkte [Vorlage](#).



Auftrag

Analysieren Sie eines der Beispiele.

Digitale Medien und Fokussieren von Anforderungen.

- Wie tragen digitale Medien hier dazu bei, die Anforderungen auf relevante Aspekte zu fokussieren?
- Inwiefern ließe sich das auch ohne digitale Medien umsetzen?
- Gibt es Verbesserungsmöglichkeiten für den Einsatz digitaler Medien?

Nutzen Sie gerne die verlinkte [Vorlage](#).

- Fauth, B., & Leuders, T. (2018). *Kognitive Aktivierung im Unterricht*. Stuttgart: Landesinstitut für Schulentwicklung (LS).
- Jordan, A., Krauss, S., Löwen, K., Blum, W., Neubrand, M., Brunner, M., ... & Baumert, J. (2008). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Zeugnisse des kognitiven Aktivierungspotentials im deutschen Mathematikunterricht. *Journal für Mathematik-Didaktik* 29(2), 83-107.
- Kapur, M. (2016). Examining productive failure, productive success, unproductive failure, and unproductive success in learning. *Educational Psychologist*, 51(2), 289-299.
- Leisen, J. (2013). *Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Grundlagenteil/Praxismaterialien* Stuttgart Klett.
- Lipowsky, F., Richter, T., Borromeo-Ferri, R., Ebersbach, M., & Hänze, M. (2015). Wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen. *Schulpädagogik heute* 6(11).
- Schnotz, W., & Kürschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational psychology review*, 19(4), 469-508.
- Ufer, S., Heinze, A. & Lipowsky, F. (2015). Unterrichtsmethoden und Instruktionsstrategien. In: Bruder R., Hefendehl-Hebeker L., Schmidt-Thieme B., Weigand HG. (eds) *Handbuch der Mathematikdidaktik*. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg.
- Wecker, C., Ufer, S., Mahl, C. (2016). Vom Vormachen zum Selbermachen: Fading von Lösungsschritten bei der Demonstration von Strategien im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft: Zeitschrift für Lernforschung*, 44, 442-457.

Bilder

- Titelbild: Bild von Free-Photos auf Pixabay: <https://pixabay.com/images/id-1209823/>
- Folien 13-14: Bild von Free-Photos auf Pixabay: <https://pixabay.com/images/id-918449/>