

HS-Prof. Mag. Dr. Evelyn Süss-Stepancik

Digitalisierung im Mathematikunterricht

ÖMG Conference 2019 – Hochschultag

Studieren als *digitale native*

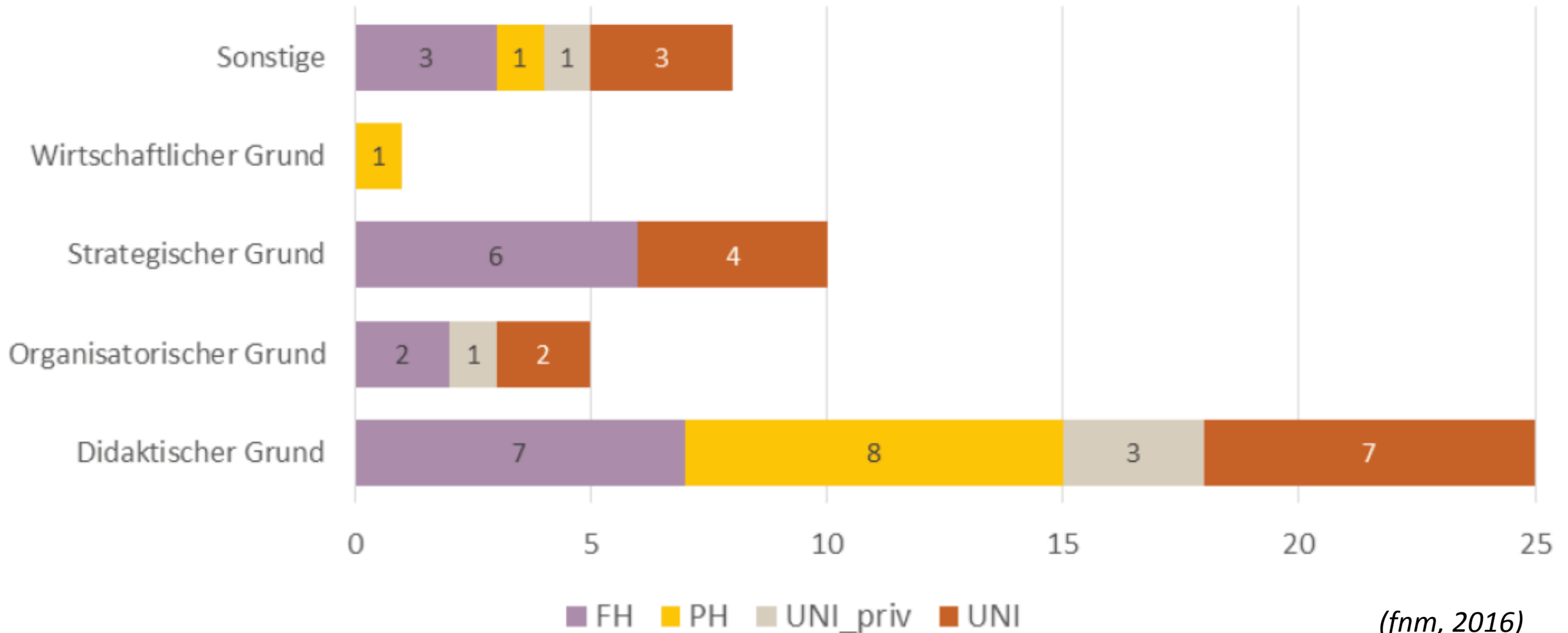
- 99% besitzen ein Smartphone
- 66% besitzen einen Laptop
- 31% besitzen einen Computer
- 30% besitzen ein Tablet

- 89% nutzen das Internet täglich
- 62% sehen täglich Online-Videos
- 94% nutzen Suchmaschinen täglich
- 57% sehen Videos (youtube) zur Information (*JIM-Studie 2017*)

Richtig, aber häßlich: Beweise am Computer

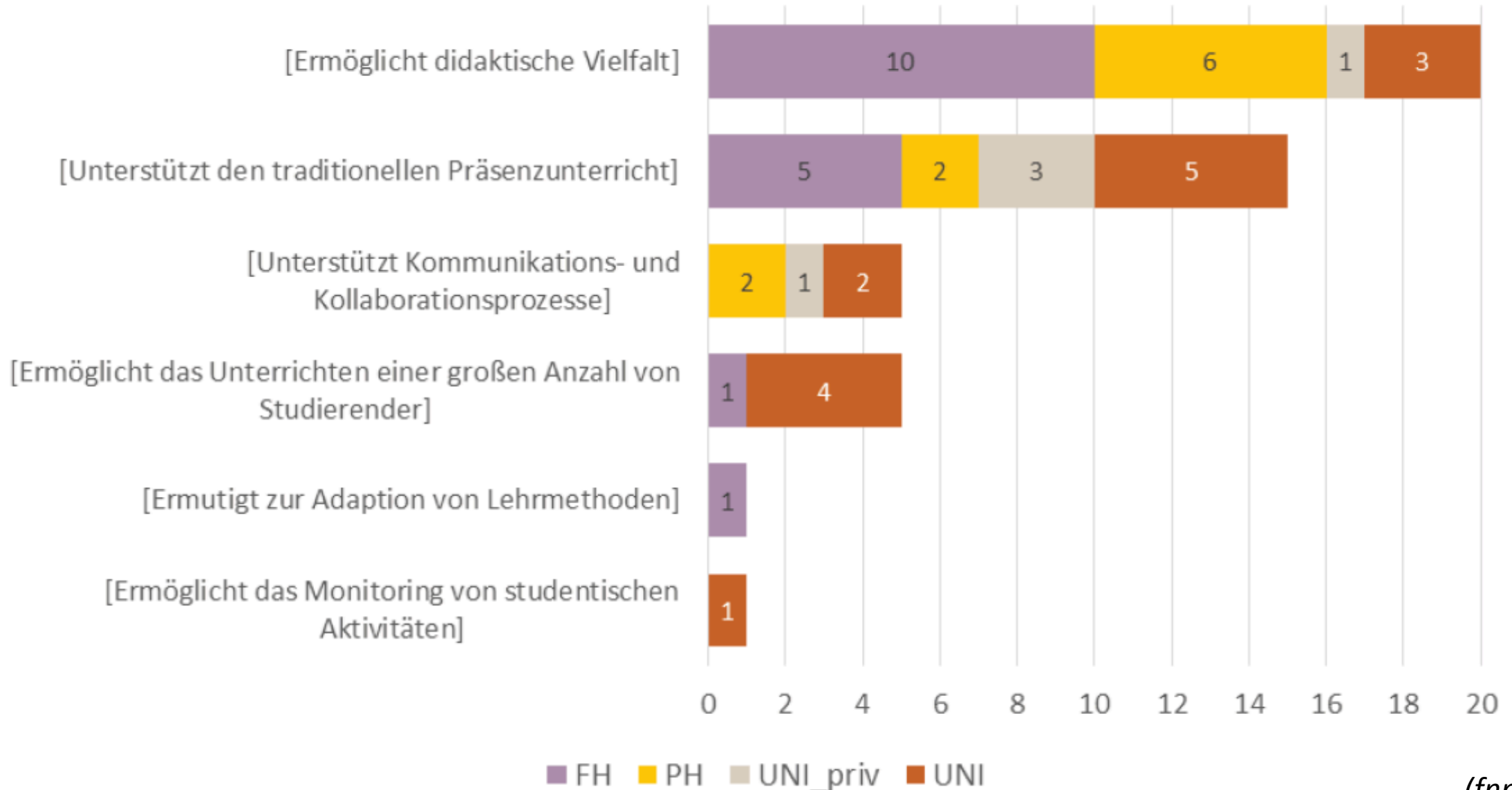
- Ausgerechnet Mathematiker fühlen sich unwohl, wenn sie sich von Rechenmaschinen helfen lassen müssen (*Zeit online, 1993*)
- 1977 wurde TeX entwickelt
- 2005 formaler Beweis des Vier-Farben-Satzes unter Verwendung von Computerprogrammen
- Organisatorisches längst nur noch digital
- ...

Gründe für die Einführung von E-Learning



(fnm, 2016)

Mehrwert von E-Learning



Was ist den Studierenden wichtig bei medienbasierter Lehre ...

• **Didaktische Design**

- Vollständigkeit und Aktualität der Unterlagen
 - Übersicht und klare Struktur der Lehrveranstaltung und Lernmaterialien
 - Unterstützung beim selbstorganisierten Lernen
 - Klare Orientierung an Lernzielen
 - Übungsaufgaben für den Lernfortschritt
-
- Abspeichern der Materialien auf einem eigenen Gerät
 - Hilfestellung bei der Benutzung
 - Einführung in die Bedienung der virtuellen Plattform

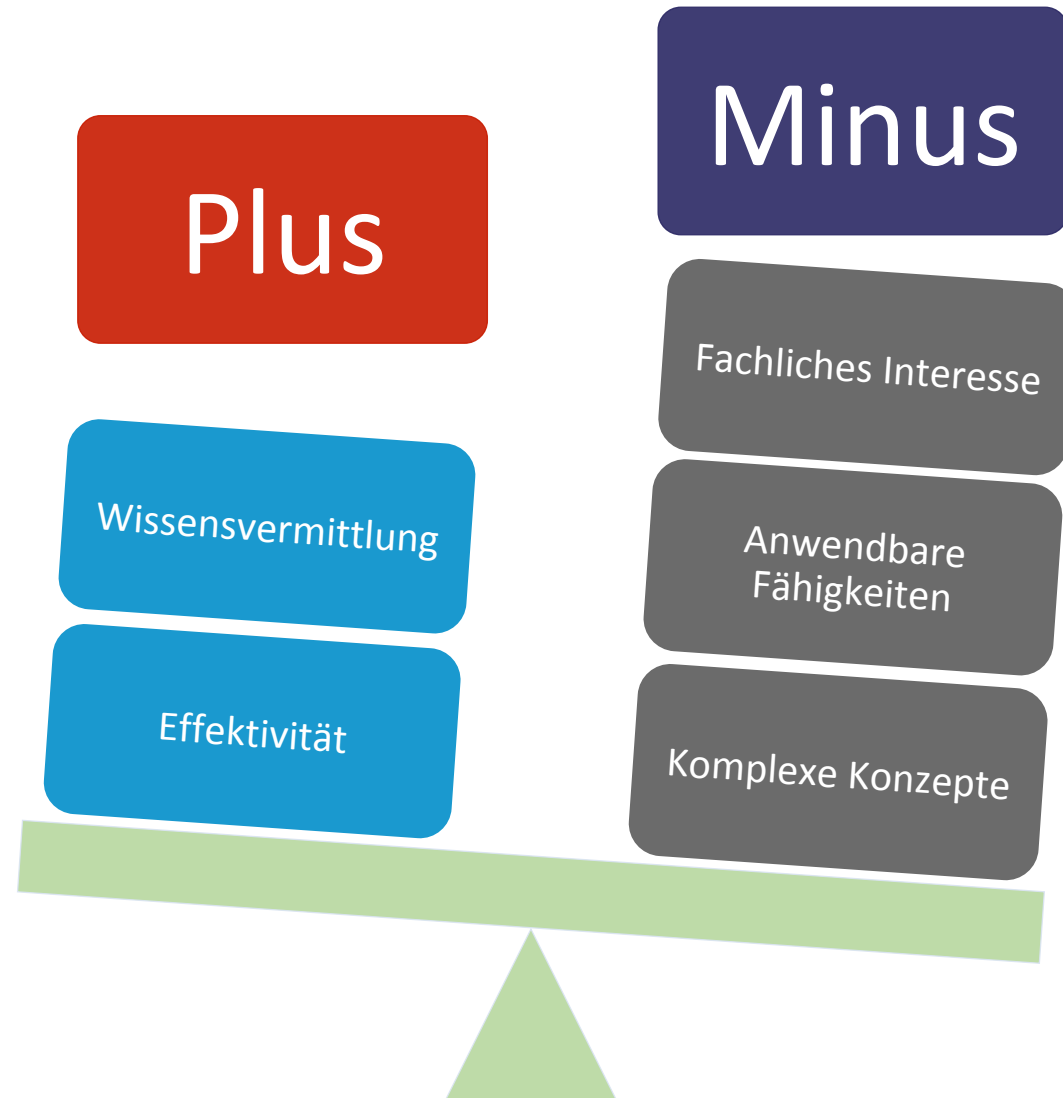
Die ***Didaktik*** muss ...

die ***Digitalisierung*** leiten!

LEHRVERANSTALTUNGEN ...

... ihre Effektivität und das Potenzial der Digitalisierung

PH
NÖ | **Vorlesung: effiziente Vermittlung von Wissen**



Vorlesung: Faktoren der Effektivität

Sicht der Lehrenden

1. Fachwissen
2. Begeisterung für die Inhalte
3. Eingehen auf Vorwissen und Lernfortschritt der Studierenden

Sicht der Studierenden

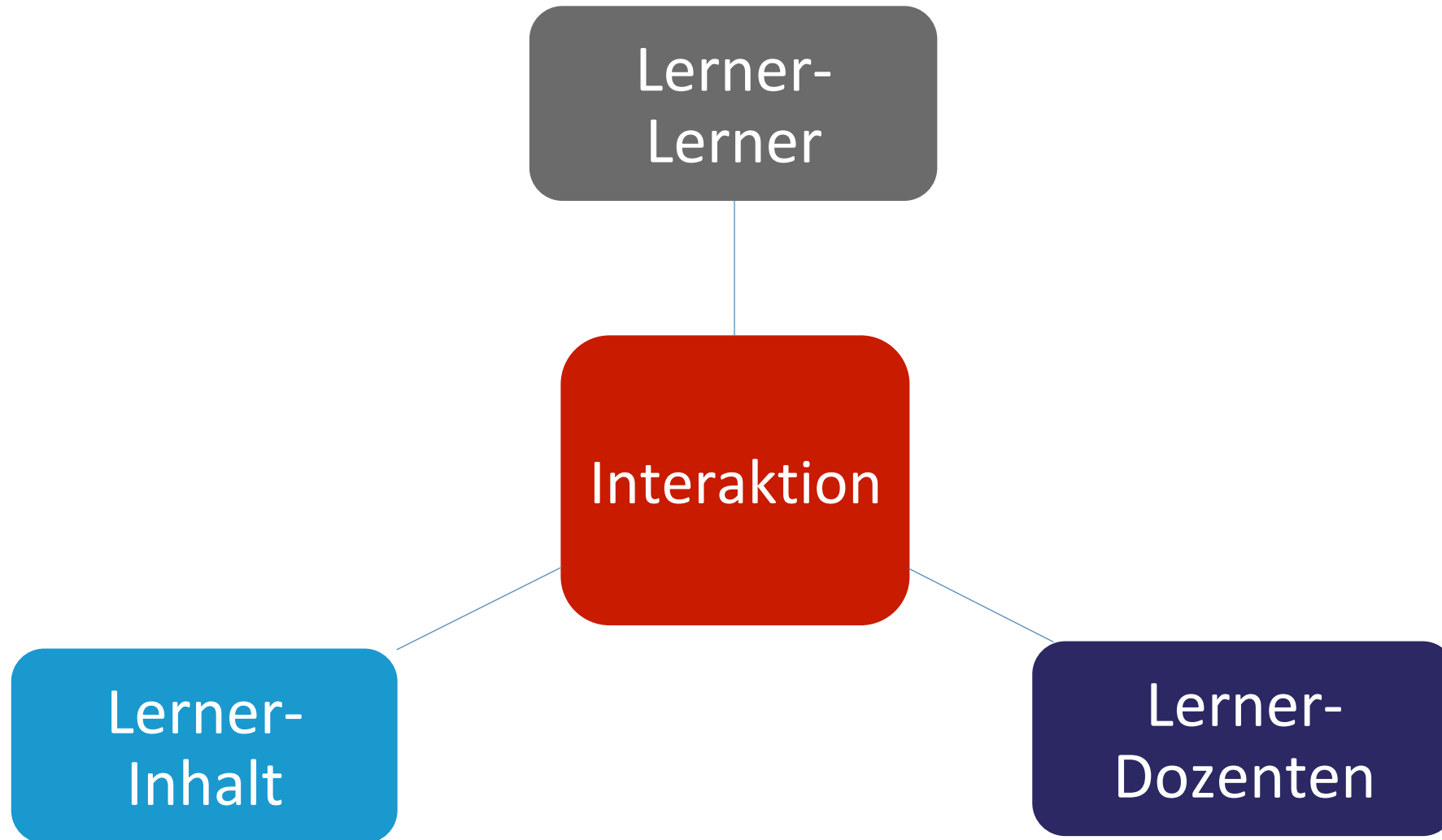
1. Zeit, die Lehrende in Planung/ Vorbereitung investieren
2. Klarheit/Verständlichkeit der Lehrenden
3. Formulierung/Verfolgung klarer Lehrziele

Vorlesung und Interaktivität

Interaktive Elemente in Vorlesungen

- erhöhen die Effektivität
- erhöhen die Motivation
- unterstützen das Verständnis abstrakter Konzepte
- steigern die Behaltensleistung
- führen zu höherer Bestehensquote bei Prüfungen

Lernen und Interaktion

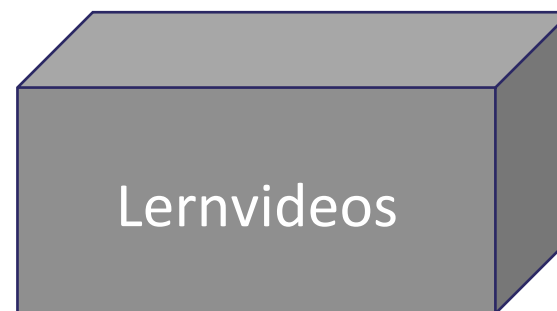
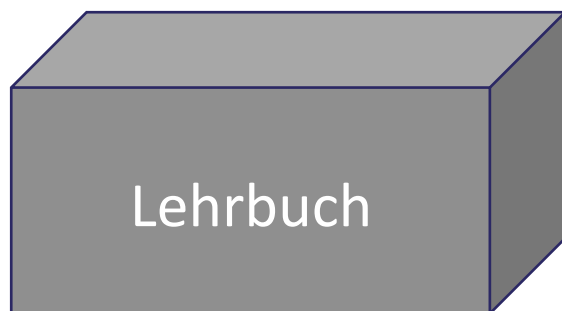
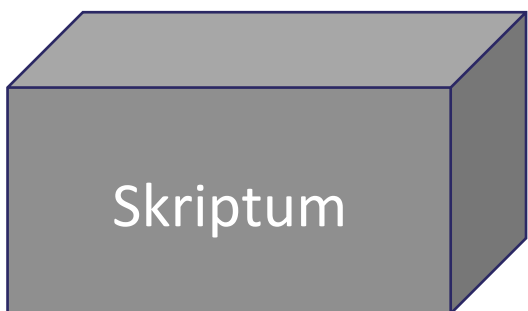


Beispiel I: VO Schulmathematik Analysis

Lehr-/Lernziele:

- Die Studierenden können eine Definition des Begriffs Funktion angeben.
- Die Studierenden können die Definition von injektiv, surjektiv, bijektiv formal anschreiben.
- Die Studierenden können Pfeildiagramme von injektiven, surjektiven, bijektiven Funktionen lesen und selbst erstellen.
- Die Studierenden können injektive, surjektive, bijektive Funktionen grafisch veranschaulichen.
- Die Studierenden können zu schulrelevanten Funktionstypen angeben, ob diese injektiv, surjektiv, bijektiv sind.

Mit den nachfolgenden Ressourcen können die Begriffe injektiv, surjektiv, bijektiv erarbeitet werden. Nutzen Sie dazu entweder das Skriptum S. 34 -37, das Lehrbuch S. 117-124, die Lernvideos oder die Webseite.



- Arbeiten Sie das ausgewählte Material durch!
- Notieren Sie wichtige Inhalte und fertigen Sie passende Darstellungen an!
- Wählen Sie aus Schulbüchern der Oberstufe drei Funktionen aus. Skizzieren Sie die Graphen und geben Sie an, ob die Funktionen injektiv, bijektiv, surjektiv sind.
- Sollten sich Fragen ergeben, dann notiere Sie diese. Sie werden in der nächsten Vorlesung besprochen.

Lernvideos: injektiv, surjektiv, bijektiv

Einführung in das mathematische Arbeiten (Schichl & Steinbauer)

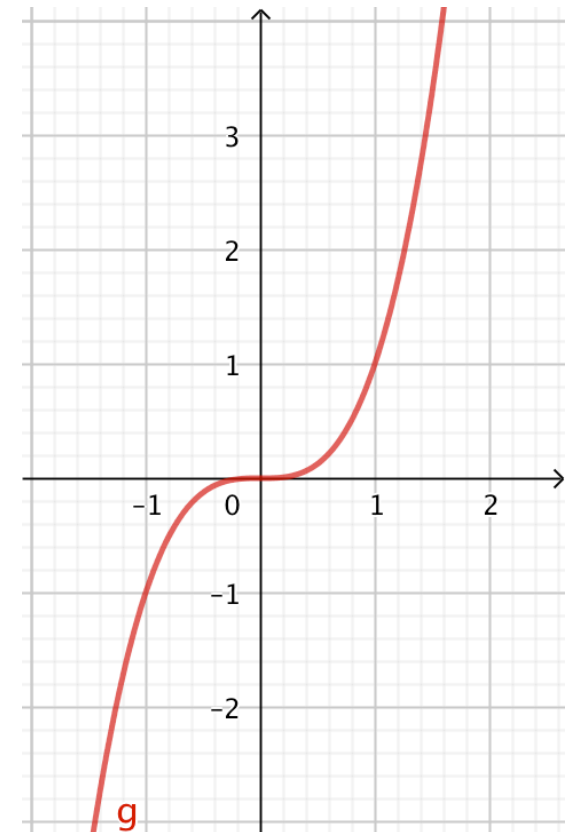
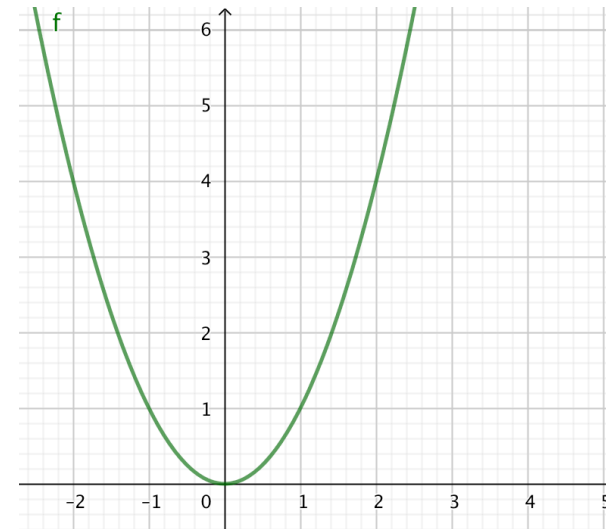
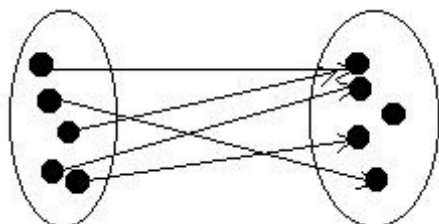
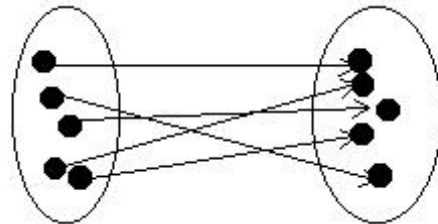
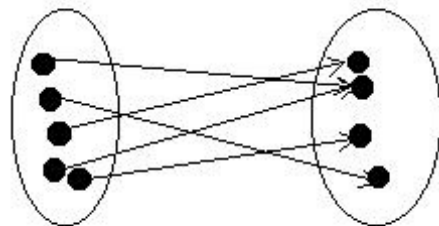
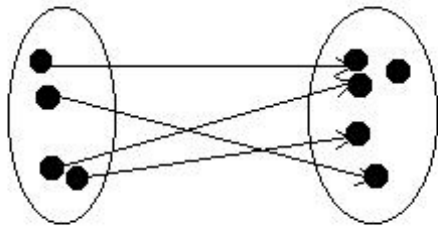
- https://phaidra.univie.ac.at/detail_object/o:901923
- https://phaidra.univie.ac.at/detail_object/o:901925

Youtube

- <https://www.youtube.com/watch?v=23jng4oAwI8&t=155s>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xNxuAG9UDN8>

Vorlesung – Präsenz

- Fragen der Studierenden zu Lernmaterialien/zum Lerninhalt beantworten
- Austausch der Studierenden untereinander anleiten
- Zwei kurze Multiple-Choice-Aufgaben zur Überprüfung im Plenum



Lerner-Inhalts-Interaktion

Lerner-Lerner-Interaktion

Lerner-Dozenten-Interaktion

Beispiel II: UE Schulmathematik Arithmetik und Algebra

Lehr-/Lernziele

- Die Studierenden können das Bündelungsprinzip des römischen Zahlensystems erklären.
- Die Studierenden können Additionen/Subtraktionen mit einem Abakus durchführen/bildlich darstellen.
- Die Studierenden können die Rechentechnik nach Adam Ries erklären.
- Die Studierenden können Addition/Subtraktionen am Rechentisch durchführen/bildlich darstellen.

Bevor Sie die Aufgaben 1 bis 3 lösen, schauen Sie sich das dreizehnminütige Video https://www.youtube.com/watch?v=_r-uv75BdqM (Mathematik zum Anfassen - Römische Zahlen (1. Staffel, 7. Folge)) an!

Notieren Sie wichtige Inhalte, Begriffe und Zusammenhänge, erstellen Sie hilfreiche Darstellungen!

1. Fassen Sie ausgehend vom Video die Vor- und Nachteile des römischen Zahlensystems zusammen und Erläutern Sie das Bündelungsprinzip der römischen Zahlen!
2. a) Erklären Sie allgemein die Funktionsweise des im Video vorgestellten Abakus und gehen Sie dabei auch auf die Begriffe Elevatio und Resolvatio an!
b) Stellen Sie den Lösungsweg der nachstehenden Rechnungen mit dem Abakus bildlich dar!

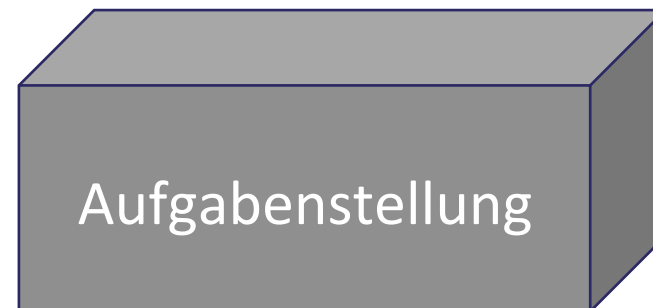
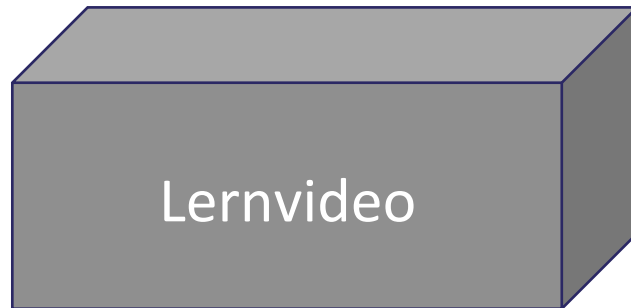
$$548 + 463$$

$$2016 - \text{Ihr eigenes Geburtsjahr}$$

3. a) Erklären Sie allgemein die Funktionsweise eines Rechentisches (Adam Ries) und gehen Sie dabei auf das Bündeln und Entbündeln ein!
b) Stellen Sie den Lösungsweg der nachstehenden Rechnungen mit einem Rechentisch bildlich dar!

$$211 + 789$$

$$847 - 568$$



Übung – Präsenz

- Klassische Ankreuzen der Übungen
- Präsentation der Studierenden an der Tafel

Lerner-
Dozenten-
Interaktion

Seminar: interaktives Lernen der Studierenden

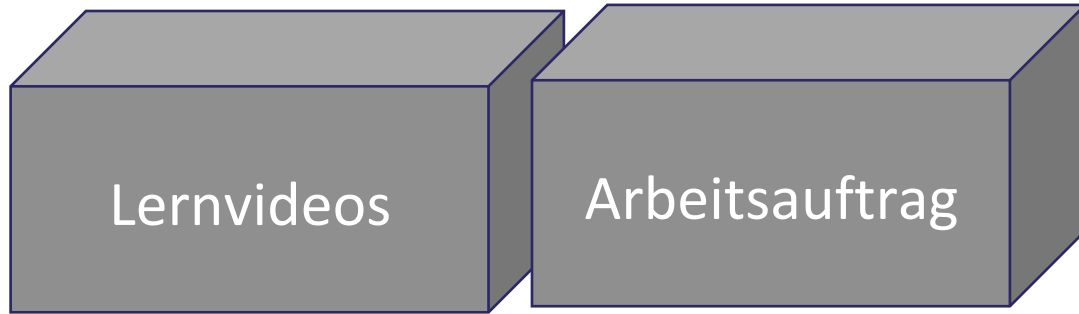
Faktoren der Effektivität

- Kooperative Arbeitsformen
- Gruppenarbeit
 - Gruppenziele und individuelle Verantwortlichkeit
- Betreuung der Gruppen durch Dozent/in
- Klare Instruktion durch Dozent/in

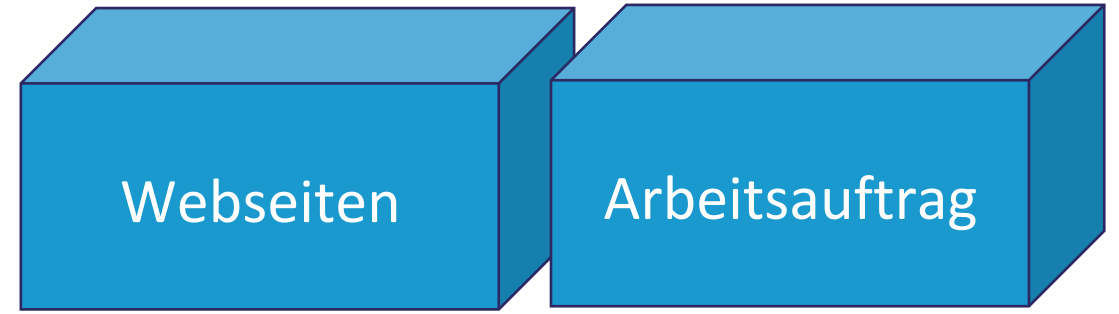
Beispiel III: SE Didaktik der Geometrie

Lehr-/Lernziele

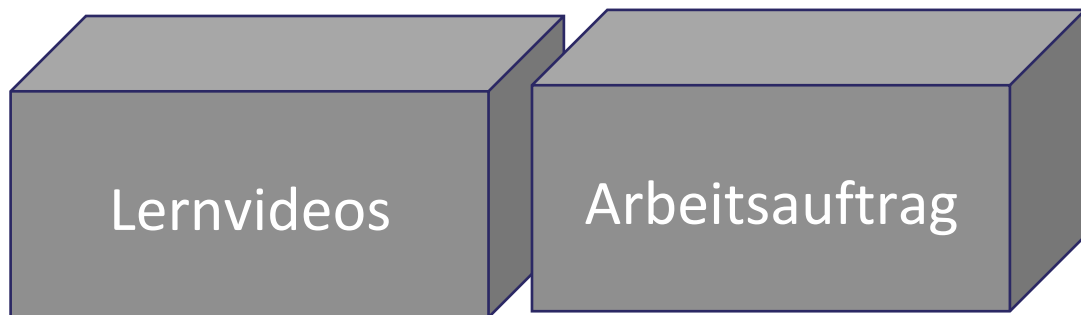
- Die Studierenden kennen die Geschichte und Bedeutung des metrischen Systems.
- Die Studierenden können mit selbstgewählten Maßeinheiten Längenmessungen durchführen.
- Die Studierenden kennen die Nachteile selbstgewählter Maßeinheiten.
- Die Studierenden können mit standardisierten Messinstrumenten Längenmessungen durchführen.
- Die Studierenden können Umrechnungen von Längenmaßen sicher durchführen.
- Die Studierenden können eine Unterrichtssequenz zur Erarbeitung der Längenmaßen unter Berücksichtigung fachdidaktischer Modelle planen.



Selbstlernphase



Selbstlernphase



<https://www.youtube.com/watch?v=7bUVjJWA6Vw>

https://www.youtube.com/watch?v=1TICcW_mugs

<https://www.youtube.com/watch?v=KqVQxPRobgw>

Lerner-Inhalts-
Interaktion

Aufgaben / Fragen:

- Wie heißen die drei Basiseinheiten des metrischen Systems und wofür werden sie verwendet?
- Erstellen Sie in Analogie zur Stellenwerttafel eine Tafel für Längenmessungen!
- Fassen Sie kurz die historische Entstehung des metrischen Systems zusammen!
- Schreiben stichwortartig auf: Worauf basierten "alte Messeinheiten"? Worauf basieren "moderne Messeinheiten"?
- Erklären Sie, warum Messeinheiten wie Getreidekörner oder die Länge einer Hand problematisch sind.
- Wie ist ein Meter definiert?

- Frage 1: Warum stürzte ein Orbiter/Satellit der NASA auf den Mars?

<input type="checkbox"/>	Anziehungskraft
<input type="checkbox"/>	Umrechnungsfehler
<input type="checkbox"/>	Technische Ursache

- Welches Land verwendet heute keine metrischen Einheiten? Mehrere Antworten sind richtig.

<input type="checkbox"/>	Liberia
<input type="checkbox"/>	Myanmar
<input type="checkbox"/>	China
<input type="checkbox"/>	USA

- In der US-amerikanischen Medizinforschung werden Einheiten wie Fuß verwendet.
 richtig falsch
- Standardeinheiten wurden früher durch physische Objekte festgelegt.
 richtig falsch

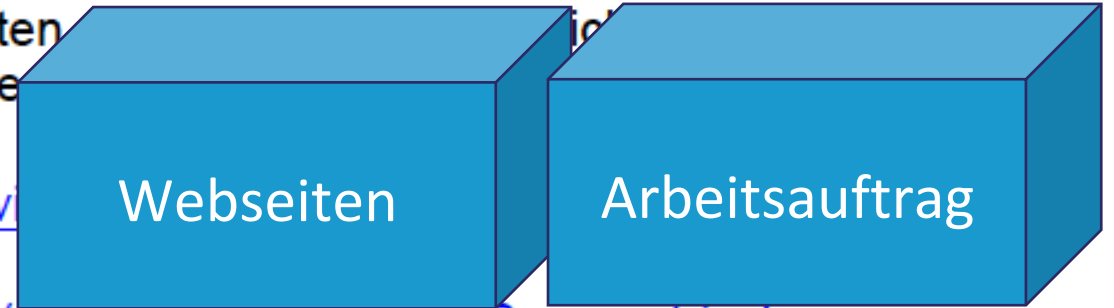
Das metrische System und seine Bedeutung (Zugang B)

1. Arbeiten Sie die vier Links zur Entwicklung der Maßeinheiten Informationen übersichtlich zusammen und notieren Sie ge Lehrveranstaltung beantwortet werden sollen.

- Metrisches Einheitensystem: <https://de.wikipedia.org/w>
- Geschichte der Maße und Gewichte: https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_Ma%C3%9Fe_und_Gewichte#Das_metrische_System
- Maultierhaar und Meter: http://www.wienerzeitung.at/themen_channel/wz_reflexionen/kompendium/140117_Vom-Maultierhaar-zum-Meter.html
- Das metrische System verstehen: <https://de.wikihow.com/Das-metrische-System-verstehen>

Aufgaben / Fragen:

- Wie heißen die drei Basiseinheiten des metrischen Systems und wofür werden sie verwendet?
- Erstellen Sie in Analogie zur Stellenwerttafel eine Tafel für Längenmessungen!
- Fassen Sie kurz die historische Entstehung des metrischen Systems zusammen!
- Schreiben stichwortartig auf: Worauf basierten "alte Messeinheiten"? Worauf basieren "moderne Messeinheiten"?
- Erklären Sie, warum Messeinheiten wie Getreidekörner oder die Länge einer Hand problematisch sind.
- Wie ist ein Meter definiert?



Lerner-Inhalts-
Interaktion

Seminar – Präsenz

- Erfüllung des Arbeitsauftrag wurde „kontrolliert“ → Einfluss auf Beurteilung
- Fragen der Studierenden wurden beantwortet



Vorbereitungsaufwand

- Beispiel I: Vorlesung Schulmathematik Analysis – mittel
- Beispiel II: Übung Schulmathematik Arithmetik und Algebra – gering
- Beispiel III: Seminar Didaktik der Geometrie – hoch; aber: mehrmals verwendet

- Art der Materialien:
 - *Zuerst das Lehrziel definieren, dann das Material zusammenstellen*
 - Skripten, Bücher, e-Books ... immer mit konkreten Seitenangaben
 - Videos mit einer Dauer von 5-10 Minuten
- Zur vorbereitenden Durcharbeitung der Materialien motivieren – ggf. Nachteil bei Nichtvorbereitung erleben lassen.
- Sicherung des Lernens in der Vorphase:
 - Konkreter Auftrag zum Umgang mit dem Material
 - Mindestens eine anschließende Aufgabe (Offene Aufgabe, Selbsttest, Lückentext, Multiple-Choice, Schummelzettel schreiben, ...)
- Präsenzphase:
 - Fragen der Studierenden klären
 - Interaktion der Studierenden planen – Einzel-/Partner/Gruppenarbeit; Partnerinterview, Studierende generieren selbst Fragen, ...
 - Kurze Aufgabe(n) für Plenumphase vorbereiten

Studierende generieren selbst Fragen

Hilfestellungen für die Studierenden:

- Nenne ein neues Beispiel für ...
- Was ist der Unterschied zwischen ... und ...?
- Wie hängt ... mit ... zusammen?
- Was ist der Einfluss von ... auf ...?
- Wie würdest du ... anwenden, um ... zu erreichen?

Flankierende Maßnahmen

Hilfestellung für Studierende

- Klare Zeitvorgaben
- Übersichtliche inhaltliche Struktur
- Digitale Kontrollsysteme wenig hilfreich
- Leitfrage, Lehr-/Lernziele
- Integrierte Übungsaufgaben
- Belohnungssysteme – Highscores (<https://socrative.com/>)

Weitere Möglichkeit – digitale Vorlesungszusammenfassung

Dozent/in erstellt eine themenbezogene Zusammenfassung

- Podcast oder Video (etwa 10 Minuten)
- Rekapitulationsphase zu Vorlesungsbeginn kann entfallen
- Benötigte Zeit für Vorbereitung (Skript, ...), Aufnahme, ... etwa 1 Stunde
- Vorteile:
 - Roter Faden
 - Studierende nutzen Podcasts/Videos zur Prüfungsvorbereitung
- Alternative: Aufzeichnung am Ende der Vorlesung
 - Tafel, Beamer, ... kann verwendet werden
 - Nachteil: Personal zur Kamerabedingung wird benötigt
- ***Vorlesungselement „Zusammenfassung“ → inhaltlichen Vorbereitung***

Zur Aufzeichnung von Videos

- Tablet-Computer
- Screencastsoftware: Camtasia Studio, Jing, Screencast-O-Matic ...
- Schreib-/Zeichenprogramm: MyPaint, MS OneNote, ...
- Tonqualität
- Optional: Standkamera
- Achtung: ruhige Umgebung!!!

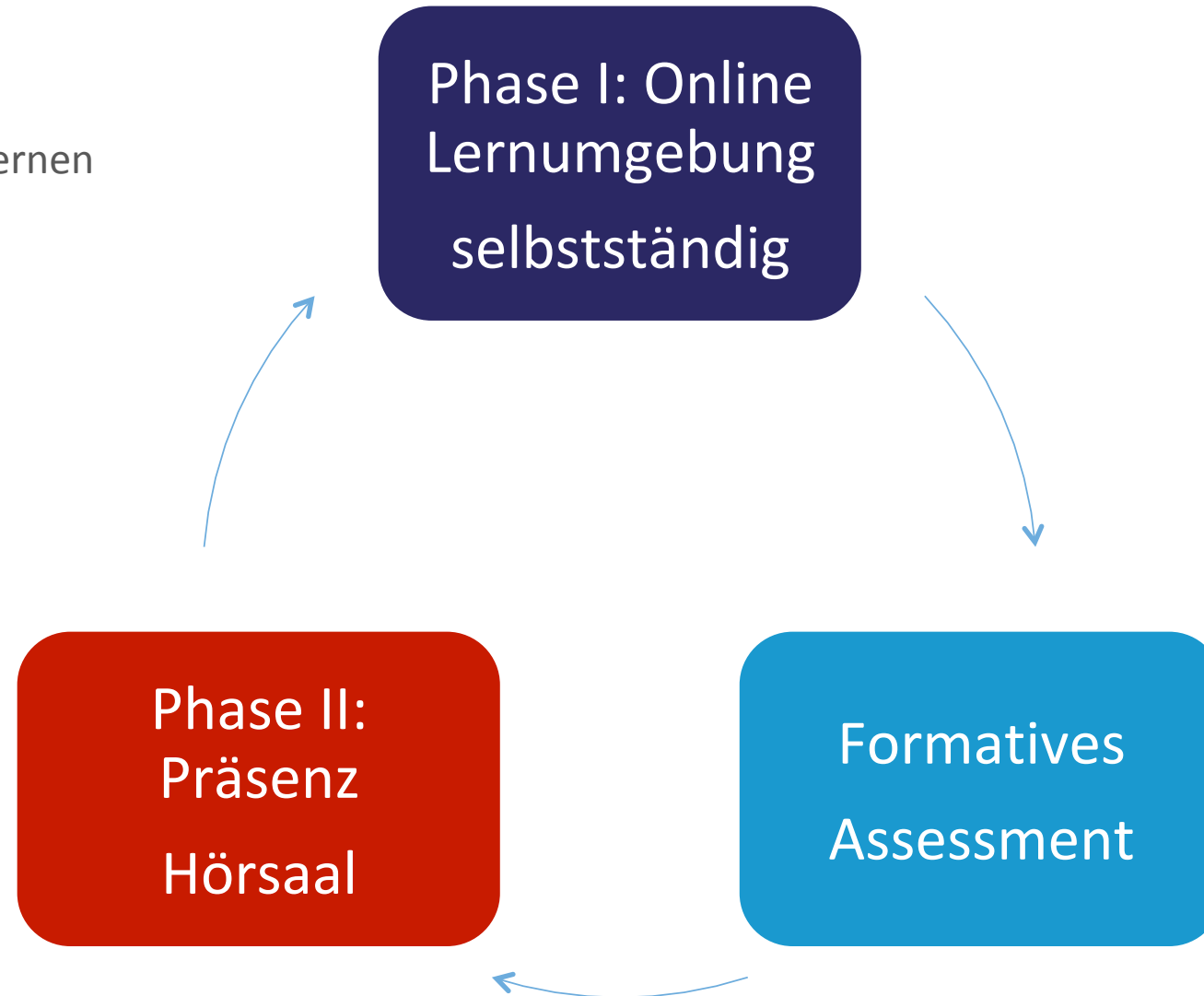
- Alternative: Interaktives Whiteboard mit Kamera
- Veröffentlichung der Videos auf youtube (öffentlich, privat, nicht gelistet)

LEHR-/LERNPROZESSE DIGITALISIEREN...

... Inhaltsvermittlung und -erschließen organisieren

Die 3 Komponenten eines digitalen Lehrkonzepts

Mastery-Learning ...
... zielerreichendes Lernen



Phase I: Online Lernumgebung (Vorphase)

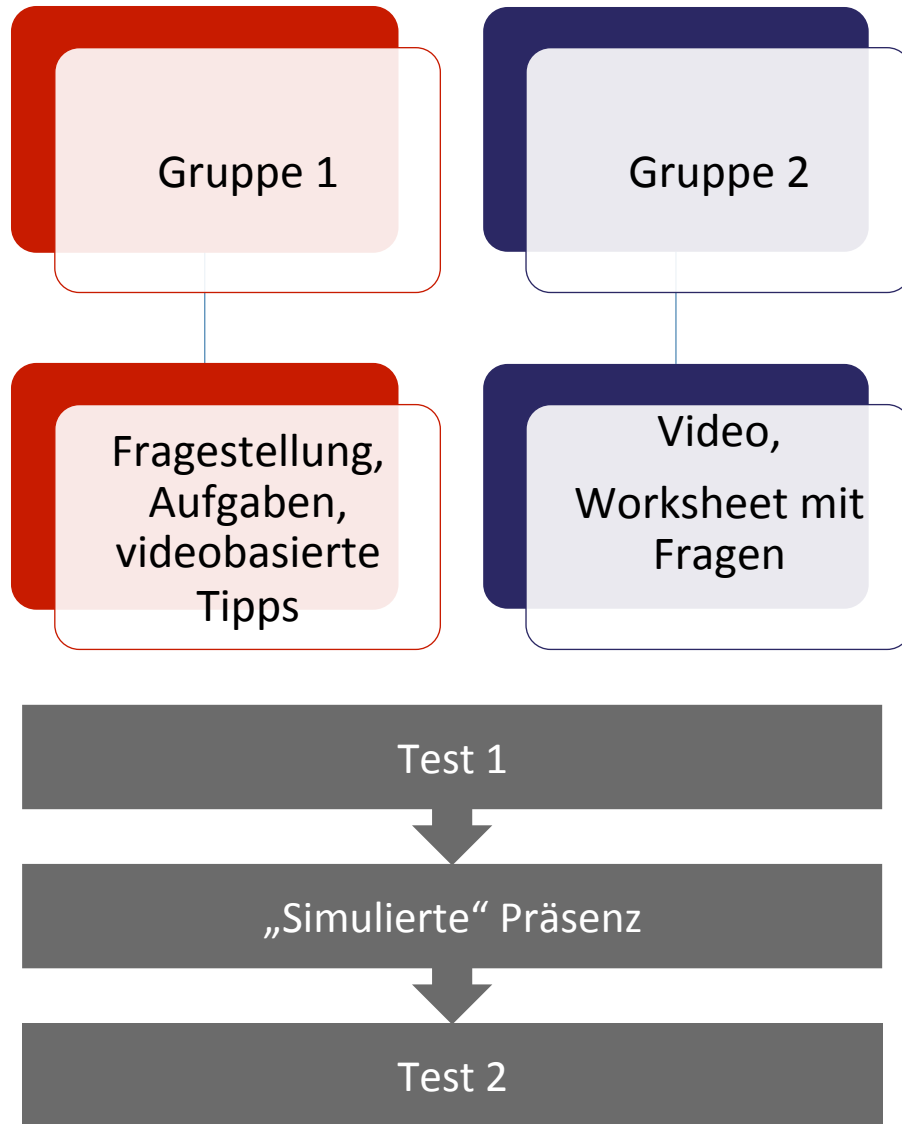
Zentrale Komponenten

- Videomaterial
- Multimediale Elemente
- Leitfragen, Lehr-/Lernziele
- Aufgaben, Selbsttests, Musterlösungen, ...

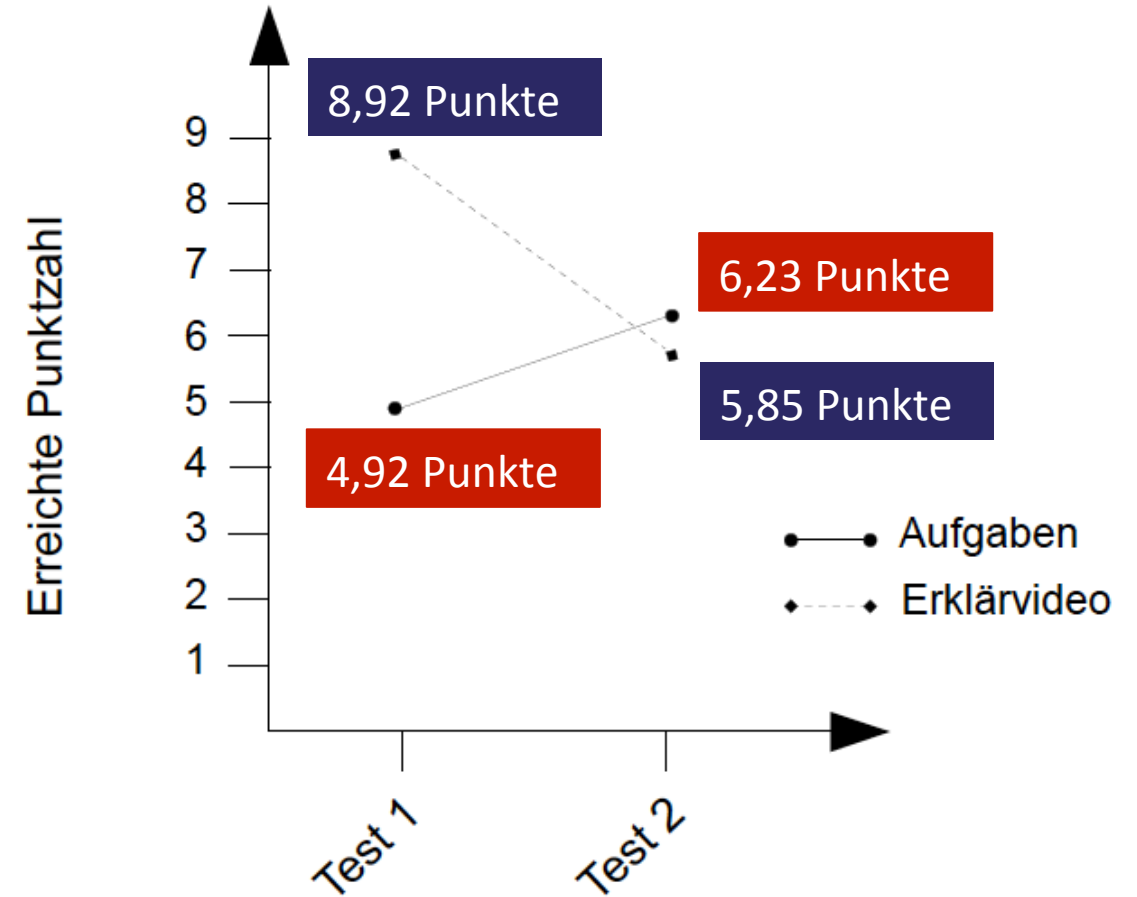
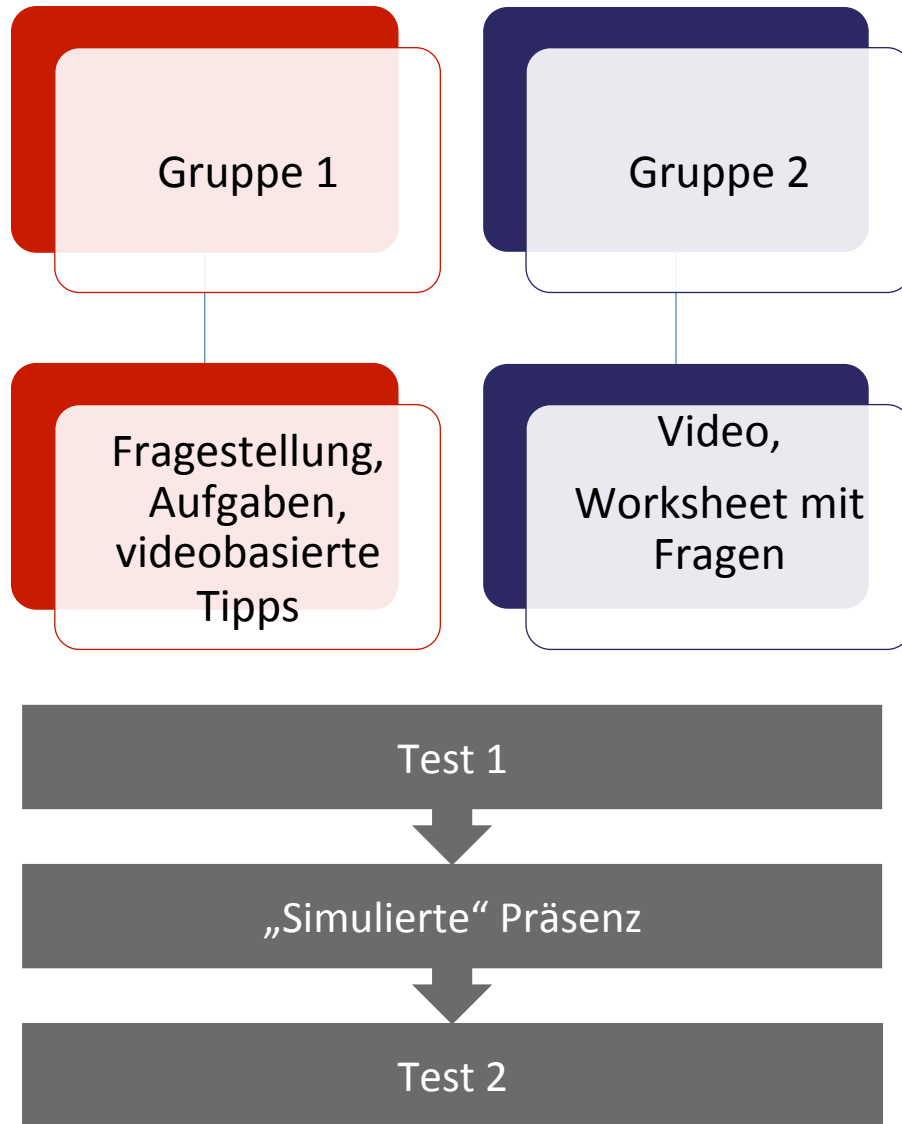
Weitere Elemente

- Texte
- Grafiken
- ...

Video und/oder Aufgaben

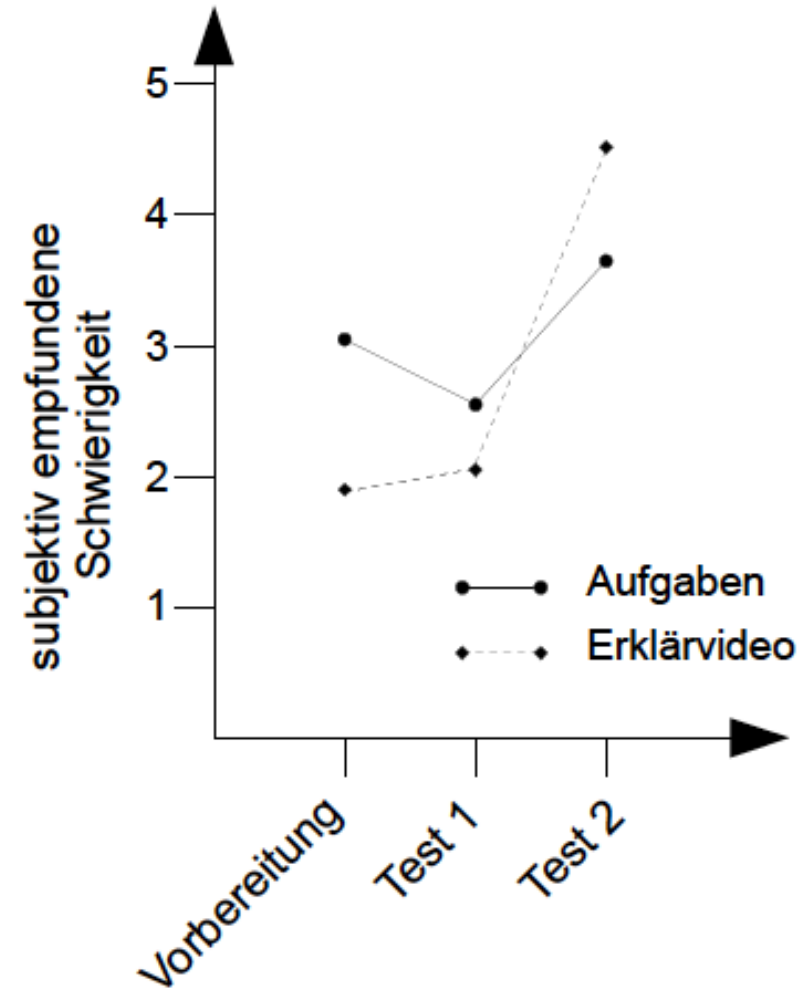
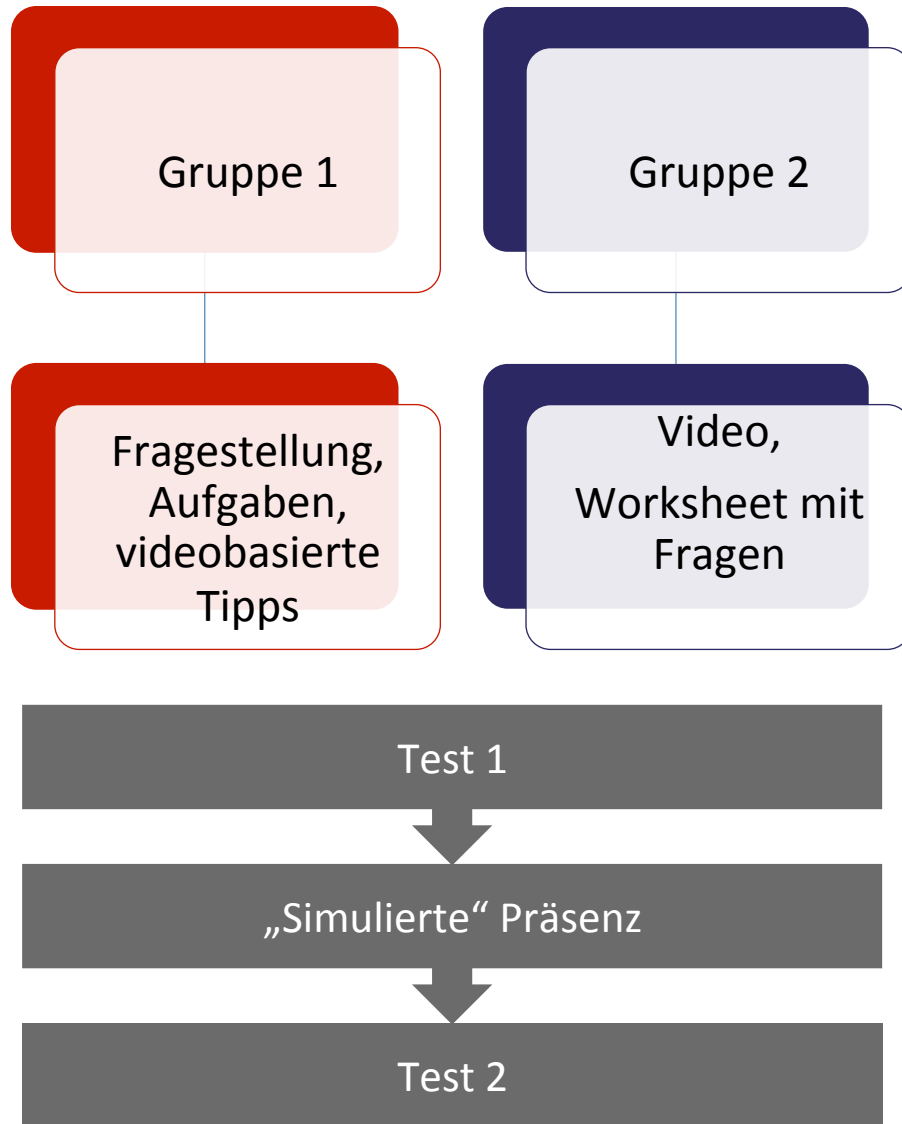


Video und/oder Aufgaben



(Weidlich & Spannagel 2014)

Video und/oder Aufgaben

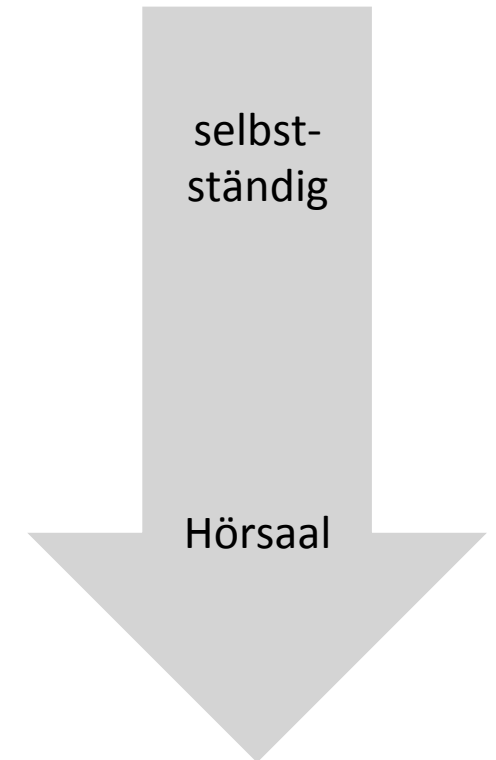


(Weidlich & Spannagel 2014)

Formatives Assessment

- regelmäßige, unbenotete Lernstandserhebung
 - Rückmeldung für Studierende/Lehrende
 - Einblick in das bisherige Verständnis
- Wenige kurze offene/geschlossene Fragen
- Begriffe, Bilder, Formeln, ... erklären
- Inhalte, Zusammenhänge, ... mit eigenen Worten darlegen
- MindMap erstellen
- ...
- Hoher Effekt (Hattie-Studie)

Online und/oder Paper-Pencil



Phase II: Präsenz

- keine inhaltliche Einführung mehr
- Allerdings: Verständnisfragen klären
- Wissen vertiefen

Methoden an Inhalte, Lernziele, Gruppen anpassen

- Gruppenarbeit (2-4 Personen); Dozent/in als Berater/in
- Paarinterview
- Studierende erhalten weiterführende Aufgaben
- Studierende generieren Aufgaben
- Praktische Übungen
- ...

Erste empirische Befunde

- Studierende lernen nach eigener Einschätzung mehr – mit höherem Arbeitsaufwand
- Wählen derartige Lehrveranstaltungsformate gerne wieder
- Gelerntes ist nachhaltiger – auch bei Wissens- und Transferfragen
- Positive Effekte bei Klausuren vor allem bei Anwendungsaufgaben & Aufgaben zum tieferen Verständnis

Literatur

- Braun, I. et al. (2012): *Das ICM an der Hochschule Karlsruhe – ein nicht quantisierter Flip.*
- estudy (2007): *Wie beurteilen und nutzen Studierende eLearning?*
- fnm (2016): *Die österreichische Hochschul-E-Learning-Landschaft.*
- Goerres, A. et al. (2015): *Aktives Lernen in der Massenveranstaltung: Flipped-Classroom-Lehre als Alternative zur klassischen Vorlesung in der Politikwissenschaft.*
- Lehmann, K. et al (2014): *Flipping the Classroom – IT-unterstützte Lernaktivitäten zur Verbesserung des Lernerfolgs einer universitären Massenveranstaltung.*
- Sailer, M. (2018): *Blended Learning an der Hochschule.*
- Schneider, M. et al. (2015): *Gute Hochschullehre: Eine evidenzbasierte Orientierungshilfe.*
- Weidlich, J. & Spannagel, C. (2014): *Die Vorbereitungsphase im Flipped Classroom. Vorlesungsvideos versus Aufgabe.*