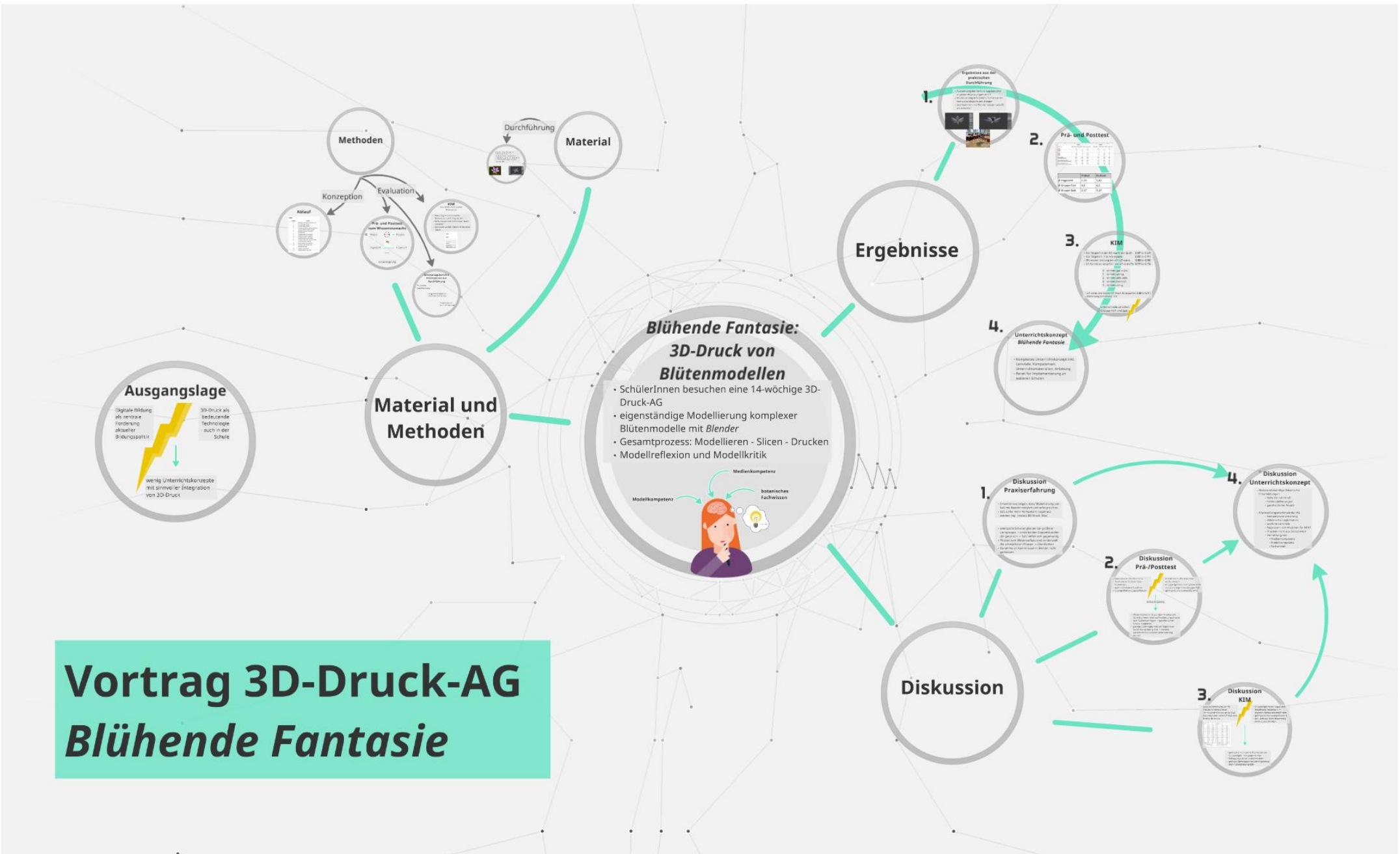


# Vortrag 3D-Druck-AG

## Blühende Fantasie



# Ausgangslage

Digitale Bildung  
als zentrale  
Forderung  
aktueller  
Bildungspolitik

3D-Druck als  
bedeutende  
Technologie  
- auch in der  
Schule

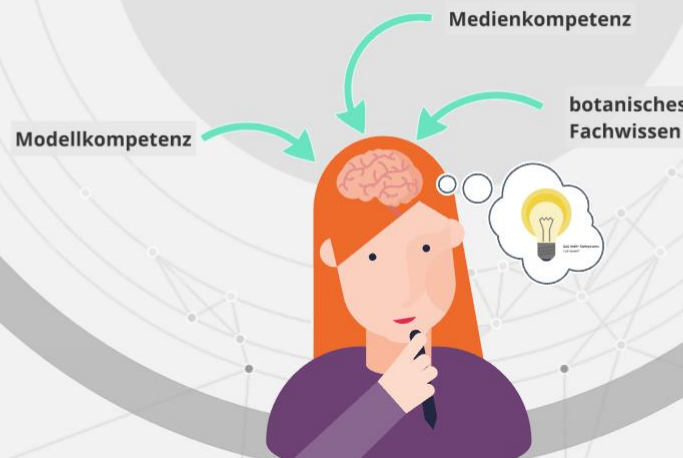


wenig Unterrichtskonzepte  
mit sinnvoller Integration  
von 3D-Druck



# **Blühende Fantasie: 3D-Druck von Blütenmodellen**

- SchülerInnen besuchen eine 14-wöchige 3D-Druck-AG
- eigenständige Modellierung komplexer Blütenmodelle mit *Blender*
- Gesamtprozess: Modellieren - Slicen - Drucken
- Modellreflexion und Modellkritik



# 3D-Druck von *Blütenmodellen*

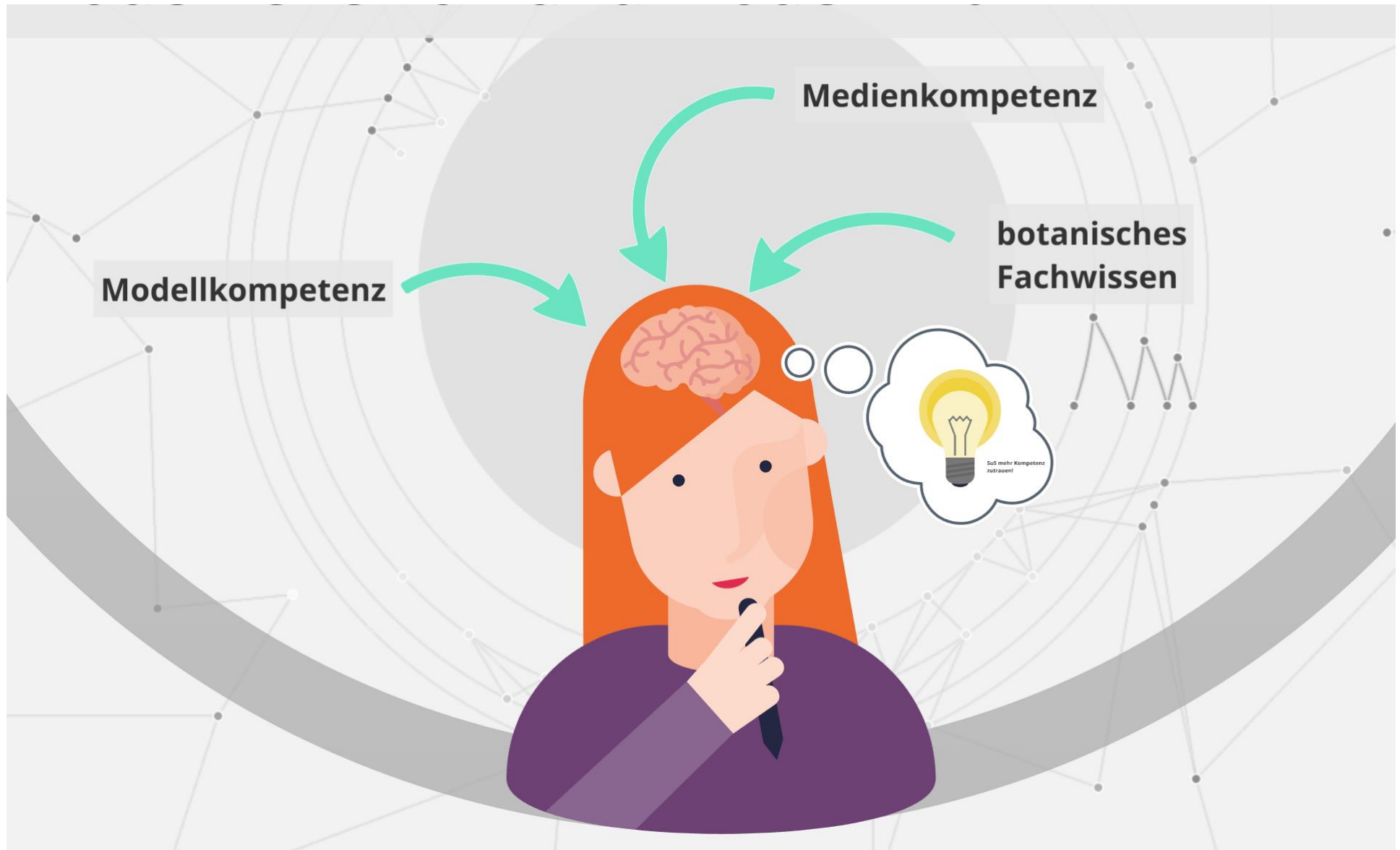
- SchülerInnen besuchen eine 14-wöchige 3D-Druck-AG
- eigenständige Modellierung komplexer Blütenmodelle mit *Blender*
- Gesamtprozess: Modellieren - Slicen - Drucken
- Modellreflexion und Modellkritik

Modellkompetenz

Medienkompetenz

botanisches  
Fachwissen





# Methoden

# Material

## Durchführung

## Konzeption

## Evaluation

### Ablauf

Stunde	Thema
1	Grundlagen der Theorie 3D-Druck und Einführung in Blender
2	Grundlagen in Blender
3	Einführung in Blender und Beginn der 3D-Modellierung (Praktikum)
4	Modellierung des Fraktals (AGS Zerlegung)
5	Modellierung der Kristalle
6	Modellierung der Kristalle
7	Modellierung der Kristalle
8	Modellierung der Kristalle und der 3D-Modellierung
9	Modellierung der Kristalle und der 3D-Modellierung
10	Modellierung der Kristalle und der 3D-Modellierung
11	Modellierung der Kristalle und der 3D-Modellierung
12	Modellierung der Kristalle und der 3D-Modellierung

### Prä- und Posttest zum Wissenszuwachs

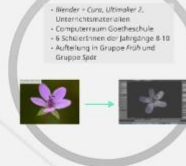


### KIM (Kurzskala intrinsischer Motivation)

- Messung von intrinsischer Motivation und Erfolg der AG
- 14 Aussagen mit fünfstufiger Skala bewerten
- statistisch validiert durch Wilde et al. (2009)

### Seminartagsberichte Erkenntnisse aus Durchführung

- Praktische Durchführung
- Erfolge, Schwierigkeiten etc. identifizieren über Berichte
- Anpassungen an Unterrichtskonzept

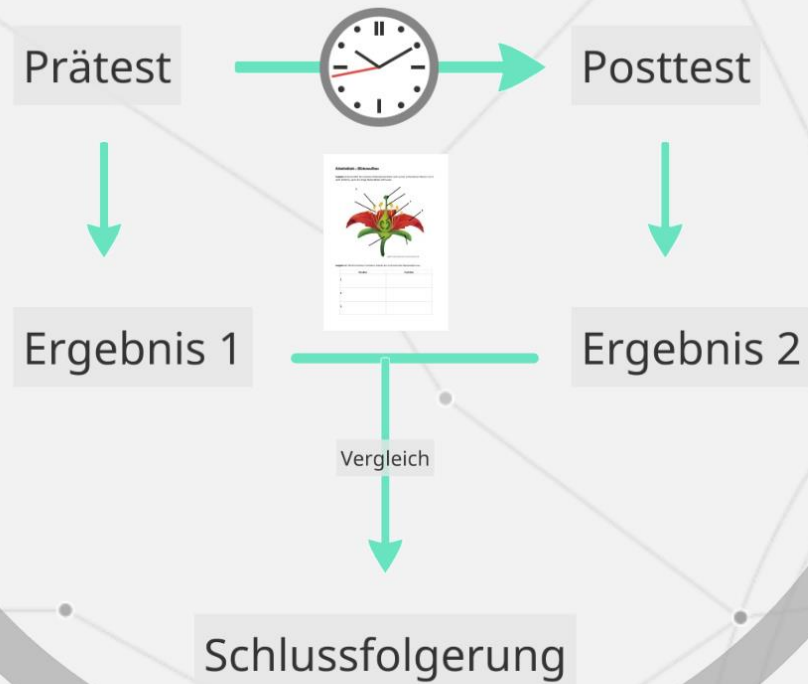




## Ablauf

Stunde	Thema
1	Einstieg in das Thema 3D-Druck und Einarbeitung in <i>Blender</i>
2	Einarbeitung in <i>Blender</i>
3	Einführung in Blütenaufbau und Beginn der 3D-Modellierung (Fruchtblatt)
4	Modellierung des Fruchtblatts (Fortsetzung)
5	Modellierung der Kronblätter
6	Modellierung der Staubfäden
7	Modellierung der Kelchblätter
8	Inspektion, Korrektur und Feinschliff der 3D-Modelle in <i>Blender</i>
9	Einführung in <i>Cura</i> und Druck
10	Inspektion der Modelle und Nachbearbeitung
11	Anfärben des Modells
12	Modellreflexion und -kritik

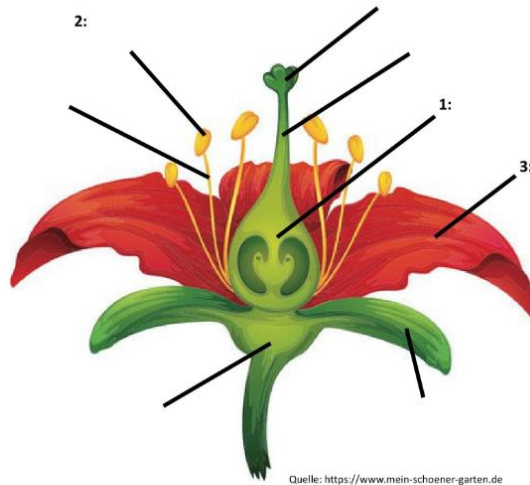
# Prä- und Posttest zum Wissenszuwachs





## Arbeitsblatt – Blütenaufbau

**Aufgabe 1:** Beschriftet die einzelnen Blütenbestandteile nach eurem vorhandenen Wissen. Es ist nicht schlimm, wenn ihr einige Bestandteile nicht wisst.



Quelle: <https://www.mein-schoener-garten.de>

**Aufgabe 2:** Füllt die Struktur-Funktions-Tabelle der nummerierten Bestandteile aus.

Struktur	Funktion
1	
2	
3	

# Seminartagsberichte Erkenntnisse aus Durchführung

Praktische  
Durchführung

Erfolge, Schwierigkeiten etc.  
identifizieren über Berichte

Anpassungen an  
Unterrichtskonzept



# KIM

(Kurzskala intrinsischer Motivation)

- Messung von intrinsischer Motivation und Erfolg der AG
- 14 Aussagen mit fünfstufiger Skala bewerten
- statistisch validiert durch Wilde et al. (2009)

[illegible]

## 2.B

### Evaluation der AG

#### **Persönliche Angaben**

Eure Angaben werden selbstverständlich anonym ausgewertet!

Männlich [ ☐ ]    Weiblich [ ☐ ]

Alter:

Klasse:

Meine zwei Lieblingsfächer:

#### **Fragen zur AG**

##### **Interesse/Vergnügen**

*1. Die Tätigkeit in der AG hat mir Spaß gemacht.*

stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]

*2. Ich fand die Tätigkeit in der AG sehr interessant.*

stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]

*3. Die Tätigkeit in der AG war unterhaltsam.*

stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]

##### **Wahrgenommene Kompetenz**

*4. Mit meiner Leistung in der AG bin ich zufrieden.*

stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]

*5. Bei der Tätigkeit in der AG stellte ich mich geschickt an.*

stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]

*6. Ich glaube, ich war bei der Tätigkeit in der AG ziemlich gut.*

stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]	[ <input type="checkbox"/> ]

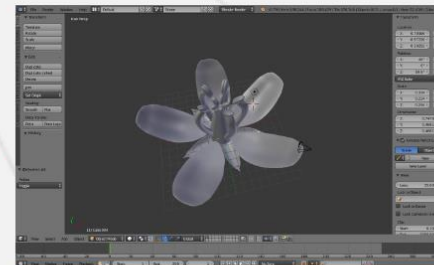
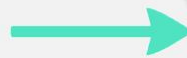
Durchführung

**Material**

- Blender + Cura, Ultimaker 2, Unterrichtsmaterialien
- Computerraum Goetheschule
- 6 SchülerInnen der Jahrgänge 8-10
- Aufteilung in Gruppe *Früh* und Gruppe *Spät*



- *Blender + Cura, Ultimaker 2,*  
Unterrichtsmaterialien
- Computerraum Goetheschule
- 6 SchülerInnen der Jahrgänge 8-10
- Aufteilung in Gruppe *Früh* und  
Gruppe *Spät*





# Methoden

# Material

## Durchführung

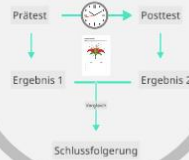
## Konzeption

## Evaluation

### Ablauf

Stunde	Thema
1	Einleitung in das Thema 3D-Druck und Einordnung in den Kontext
2	Einleitung in den 3D-Druck
3	Einleitung in die 3D-Modellierung (Fusion 360)
4	Einleitung in die 3D-Modellierung (Fusion 360)
5	Einleitung in die 3D-Modellierung (Fusion 360)
6	Einleitung in die 3D-Modellierung (Fusion 360)
7	Einleitung in die 3D-Modellierung (Fusion 360)
8	Einleitung in die 3D-Modellierung (Fusion 360)
9	Einleitung in die 3D-Modellierung (Fusion 360)
10	Einleitung in die 3D-Modellierung (Fusion 360)
11	Einleitung in die 3D-Modellierung (Fusion 360)
12	Einleitung in die 3D-Modellierung (Fusion 360)

### Prä- und Posttest zum Wissenszuwachs



### KIM

- (Kurzskala intrinsischer Motivation)
- Messung von intrinsischer Motivation und Erfolg der AG
- 14 Aussagen mit fünfstufiger Skala bewerten
- statistisch validiert durch Wilde et al. (2009)

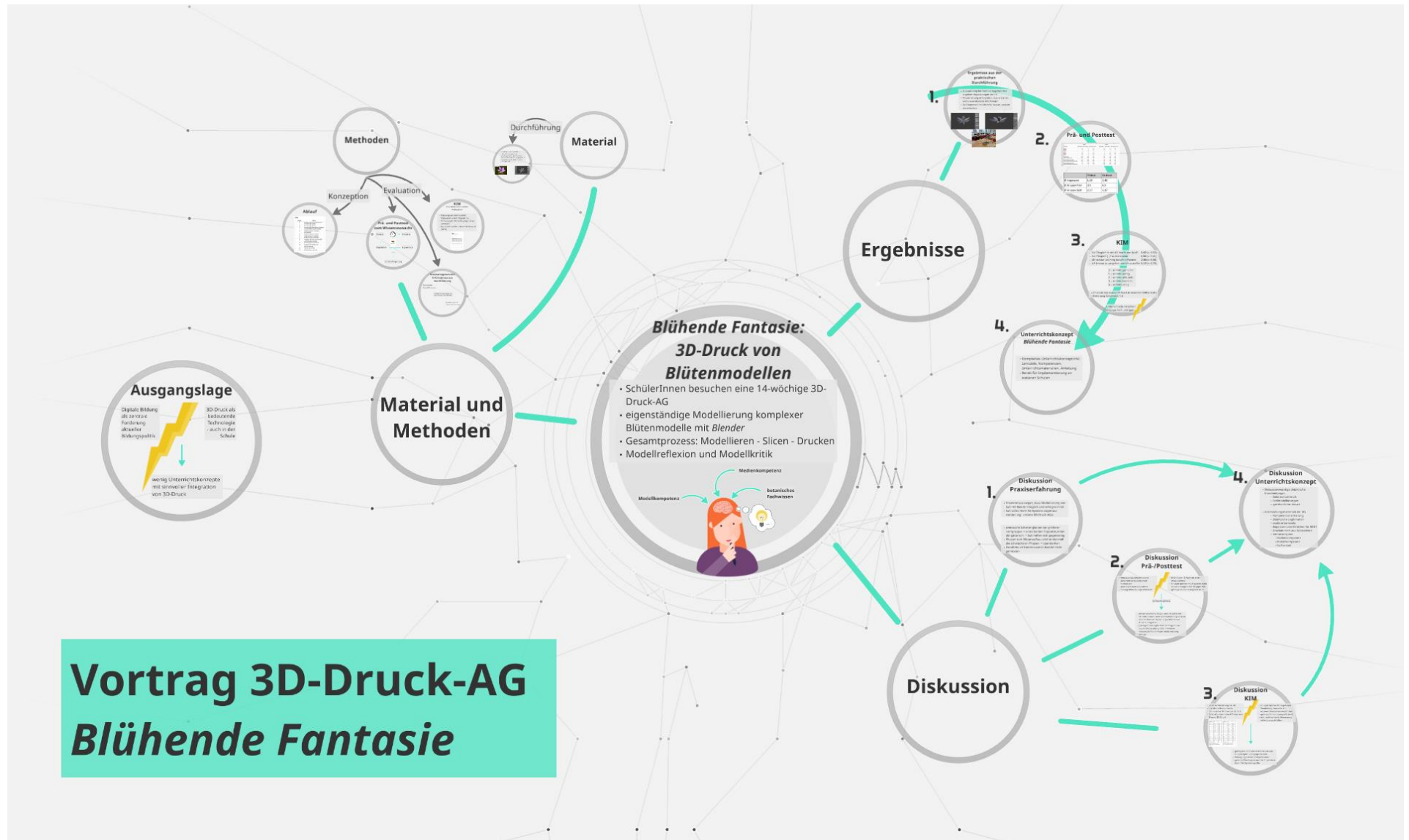
### Seminartagsberichte

- Erkenntnisse aus Durchführung
- Praktische Durchführung
- Erfolge, Schwierigkeiten etc. identifizieren über Berichte
- Anpassungen an Untersuchungskonzept



# Vortrag 3D-Druck-AG

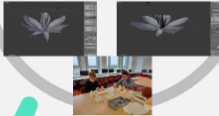
## Blühende Fantasie



# Ergebnisse

## 1. Ergebnisse aus der praktischen Durchführung

- Auswertung der Seminartagsberichte ergeben Anpassungen an UK
- Modellierung erfolgreich: SuS erstellen komplexe Modelle mit Blender
- SuS kommen mit Blender besser zurecht als erwartet



2.

## Prä- und Posttest

	Prätest	Posttest
Ø Gesamt	1,33	5,42
Ø Gruppe Früh	0,5	6,5
Ø Gruppe Spät	2,17	5,17

	Prätest	Posttest
Ø Gesamt	1,33	5,42
Ø Gruppe Früh	0,5	6,5
Ø Gruppe Spät	2,17	5,17

3.

## KIM

- Die Tätigkeit in der AG macht mir Spaß: 3,67 (s=0,52)
- Die Tätigkeit [...] ist interessant: 3,82 (s=0,41)
- Mit meiner Leistung bin ich zufrieden: 2,83 (s=0,98)
- Ich könnte so vorgehen, wie ich es wollte: 3,17 (s=0,75)

- 0 - stimmt gar nicht
- 1 - stimmt wenig
- 2 - stimmt teils-teils
- 3 - stimmt ziemlich
- 4 - stimmt völlig

- Ich würde eine weitere 3D-Druck-AG besuchen: 3,83 (s=0,41)
- Bewertung (Schulnoten): 1,5

Unterschiede zwischen Gruppe Früh und Spät

4.

## Unterrichtskonzept Blühende Fantasie

- Komplettes Unterrichtskonzept inkl. Lernziele, Kompetenzen, Unterrichtsmaterialien, Anleitung
- Bereit für Implementierung an weiteren Schulen

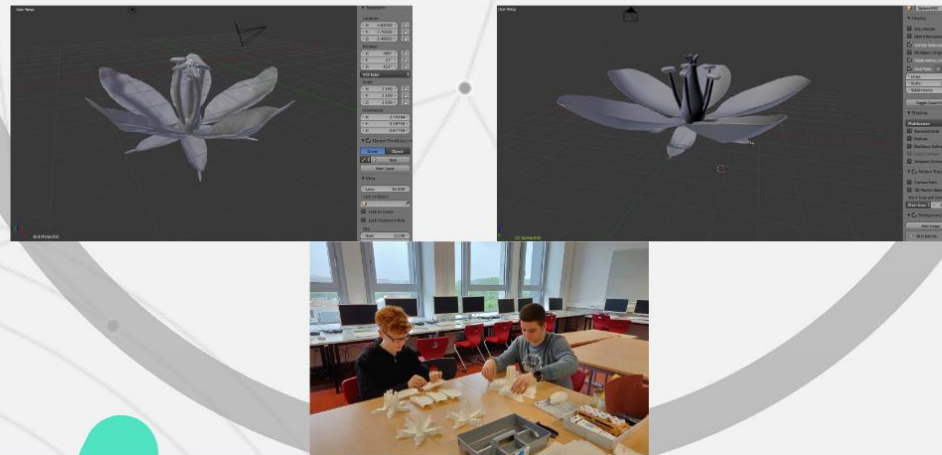
asie:  
on  
len

-wöchige 3D-

## Ergebnisse aus der praktischen Durchführung

1.

- Auswertung der Seminartagsberichte ergeben Anpassungen an UK
- Modellierung erfolgreich, SuS erstellen komplexe Modelle mit *Blender*
- SuS kommen mit *Blender* besser zurecht als erwartet



2.





# 2.

## Prä- und Posttest

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			<b>Prätest</b>				<b>Posttest</b>		
2									
3	<b>Personen</b>	<b>Pkt. Aufbau</b>	<b>Pkt. Funktion</b>	<b>Pkt. Gesamt von 13</b>		<b>Pkt. Aufbau</b>	<b>Pkt. Funktion</b>	<b>Pkt. Gesamt von 13</b>	
4									
5	Gspät_1	1,5	1	2,5		4,5	2	6,5	
6	Gspät_2	1,5	1	2,5		3,5	2,5	6	
7	Gspät_3	1	0,5	1,5		2	1	3	
8									
9	Gfrüh_1	0,5	0	0,5		6	2,5	8,5	
10	Gfrüh_2	0,5	0	0,5		2	2,5	4,5	
11	Gfrüh_3	0,5	0	0,5		3,5	0,5	4	
12									
13	Durchschnitt	0,92	0,42	1,33		3,58	1,83	5,42	
14	Standardabweichung	0,49	0,49	0,98		1,53	0,88	1,99	
15									
16	Durchschnitt Gruppe Spät	1,33	0,83	2,17		3,33	1,83	5,17	
17	Standardabweichung Gruppe Spät	0,29	0,29	0,58		1,26	0,76	1,89	
18									
19	Durchschnitt Gruppe Früh	0,5	0,00	0,50		4,00	2,50	6,50	
20	Standardabweichung Gruppe Früh	0	0	0		2,02	1,15	2,47	
21									

	Prätest	Posttest
Ø Insgesamt	1,33	5,42
Ø Gruppe Früh	0,5	6,5
Ø Gruppe Spät	2,17	5,17



# 3.

## KIM

- *Die Tätigkeit in der AG macht mir Spaß:* **3,67** (s=0,52)
- *Die Tätigkeit [...] ist interessant:* **3,82** (s=0,41)
- *Mit meiner Leistung bin ich zufrieden:* **2,83** (s=0,98)
- *Ich konnte so vorgehen, wie ich es wollte:* **3,17** (s=0,75)

0 – stimmt gar nicht  
1 – stimmt wenig  
2 – stimmt teils-teils  
3 – stimmt ziemlich  
4 – stimmt völlig

- *Ich würde eine weitere 3D-Druck-AG besuchen:* **3,83** (s=0,41)
- *Bewertung (Schulnote):* **1,5**

Unterschiede zwischen  
Gruppe *Früh* und *Spät*

# 4.

## Unterrichtskonzept *Blühende Fantasie*

- Komplettes Unterrichtskonzept inkl. Lernziele, Kompetenzen, Unterrichtsmaterialien, Anleitung
- Bereit für Implementierung an weiteren Schulen

# Diskussion

1.

## Diskussion Praxiserfahrung

- Erkenntnisse zeigen, dass Modellierung von SuS mit *Blender* möglich und erfolgreich ist
- SuS sollte mehr Kompetenz zugetraut werden (vgl. andere 3D-Druck-AGs)
- eventuelle Schwierigkeiten bei größerer Lerngruppe → erste beiden Doppelstunden obligatorisch → SuS helfen sich gegenseitig
- Phasen zum Blütenaufbau sind tendenziell die schwächeren Phasen → überdenken
- Zunahme an Kenntnissen in *Blender* nicht gemessen

2.

## Diskussion Prä-/Posttest

- messbare durchschnittliche Zunahme an botanischen Fachwissen
  - auch individuelle Zunahme
  - Übungseffekte ausgeschlossen
  - Ø 5,42 von 13 Punkten eher enttäuschend
  - Gruppe Spät konnte Ergebnis nicht so stark steigern wie Gruppe Früh
  - geringe Stichprobengröße (n=6)
- Schlussfolgerung
- Wissenszuwachs ist gut, aber in weiteren Durchlauf mehr Wert auf Erarbeitungsphasen zum Fachwissen legen → ganzheitlichen Ansatz integrieren
  - geringe Übertragbarkeit der Ergebnisse durch Stichprobengröße → weitere wissenschaftliche Auseinandersetzung sinnvoll

3.

## Diskussion KIM

- positive Bewertung der AG
- messbare Komponente intrinsischer Motivation bei SuS
- SuS bewanden hohe Affinität zum Thema 3D-Druck
- Gruppe Spät recht negative Bewertung, besonders in eigenen Kompetenzerwartungen
- geringe Stichprobengröße (n=6)
- evtl. ausblende Bewertung nicht ausschließen
- geringere intrinsische Motivation von Gruppe Spät → entgegenwirken
- Befragung stärker anonymisieren
- geringe Übertragbarkeit der Ergebnisse durch Stichprobengröße

4.

## Diskussion Unterrichtskonzept

- Diskussionswürdige didaktische Entscheidungen
- Rolle der Lehrkraft
- Fehlmodellierungen
- ganzheitlicher Ansatz
- Alleinstellungsmerkmale der AG
- Kompetenzorientierung
- didaktische Legitimation
- explizite Lernziele
- Begeistern von Mädchen für MINT
- Drucken nicht aus Selbstzweck
- Vernetzung von
- Medienkompetenz
- Modellkompetenz
- Fachwissen

# 1.

## Diskussion Praxiserfahrung

- Erkenntnisse zeigen, dass Modellierung von SuS mit *Blender* möglich und erfolgreich ist
  - SuS sollte mehr Kompetenz zugetraut werden (vgl. andere 3D-Druck-AGs)
- 
- eventuelle Schwierigkeiten bei größerer Lerngruppe -> erste beiden Doppelstunden obligatorisch -> SuS helfen sich gegenseitig
  - Phasen zum Blütenaufbau sind tendenziell die schwächeren Phasen -> überdenken
  - Zunahme an Kenntnissen in *Blender* nicht gemessen

# 2.

## Diskussion Prä-/Posttest

- messbare durchschnittliche Zunahme an botanischem Fachwissen
- auch individuelle Zunahme
- Übungseffekte ausgeschlossen

- Ø 5,42 von 13 Punkten eher enttäuschend
- Gruppe *Spät* konnte Ergebnis nicht so stark steigern wie Gruppe *Früh*
- geringe Stichprobengröße (n=6)

Schlussfolgerung

- Wissenszuwachs ist gut, aber in weiterem Durchlauf mehr Wert auf Erarbeitungsphasen zum Fachwissen legen -> ganzheitlichen Ansatz integrieren
- geringe Übertragbarkeit der Ergebnisse durch Stichprobengröße -> weitere wissenschaftliche Auseinandersetzung sinnvoll

# 3.

## Diskussion KIM

- positive Bewertung der AG
- messbare Komponente intrinsischer Motivation bei SuS
- SuS bekunden hohe Affinität zum Thema 3D-Druck

Aussage Nr.	M	s
1	2,85	1,04
2	3,04	1,08
3	2,79	1,18
4	2,71	0,98
5	2,25	0,92
6	2,52	1,01
7	2,15	1,15
8	2,3	1,27
9	2,2	1,28
10	0,91	1,07
11	1,42	1,15
12	1,69	1,19
13	nA	nA
14 (Note)	nA	nA

Tabelle 1: KIM-Werte nach Messungsumfrage (Wilde et al. 2009: 37).

Aussage Nr.	M	s
1	3,67	0,52
2	3,83	0,41
3	3	0,63
4	2,83	0,98
5	2,83	0,98
6	2,67	1,21
7	2,5	0,55
8	2,83	1,17
9	3,17	0,75
10	0,67	0,82
11	0,5	0,84
12	1,67	1,51
13	3,83	0,41
14 (Note)	1,5	0,55

Tabelle 2: KIM-Werte der 3D-Druck-AG Blühende Fantasie.

- Gruppe *Spät* leicht negativere Bewertung, besonders im eigenen Kompetenzzempfinden
- geringe Stichprobengröße (n=6)
- evtl. wohlwollende Bewertung nicht auszuschließen

- geringere intrinsische Motivation von Gruppe *Spät* -> entgegenwirken
- Befragung stärker anonymisieren
- geringe Übertragbarkeit der Ergebnisse durch Stichprobengröße



Aussage Nr.	M	s
1	2,85	1,04
2	3,04	1,08
3	2,79	1,18
4	2,71	0,98
5	2,25	0,92
6	2,52	1,01
7	2,15	1,15
8	2,3	1,27
9	2,2	1,28
10	0,91	1,07
11	1,42	1,15
12	1,69	1,19
13	nA	nA
14 (Note)	nA	nA

*Tabelle 1: KIM-Werte nach Museumsunterricht (Wilde et al. 2000: 37)*

Aussage Nr.	M	s
1	3,67	0,52
2	3,83	0,41
3	3	0,63
4	2,83	0,98
5	2,83	0,98
6	2,67	1,21
7	2,5	0,55
8	2,83	1,17
9	3,17	0,75
10	0,67	0,82
11	0,5	0,84
12	1,67	1,51
13	3,83	0,41
14 (Note)	1,5	0,55

*Tabelle 2: KIM-Werte der 3D-Druck-AG Blühende Fantasie.*

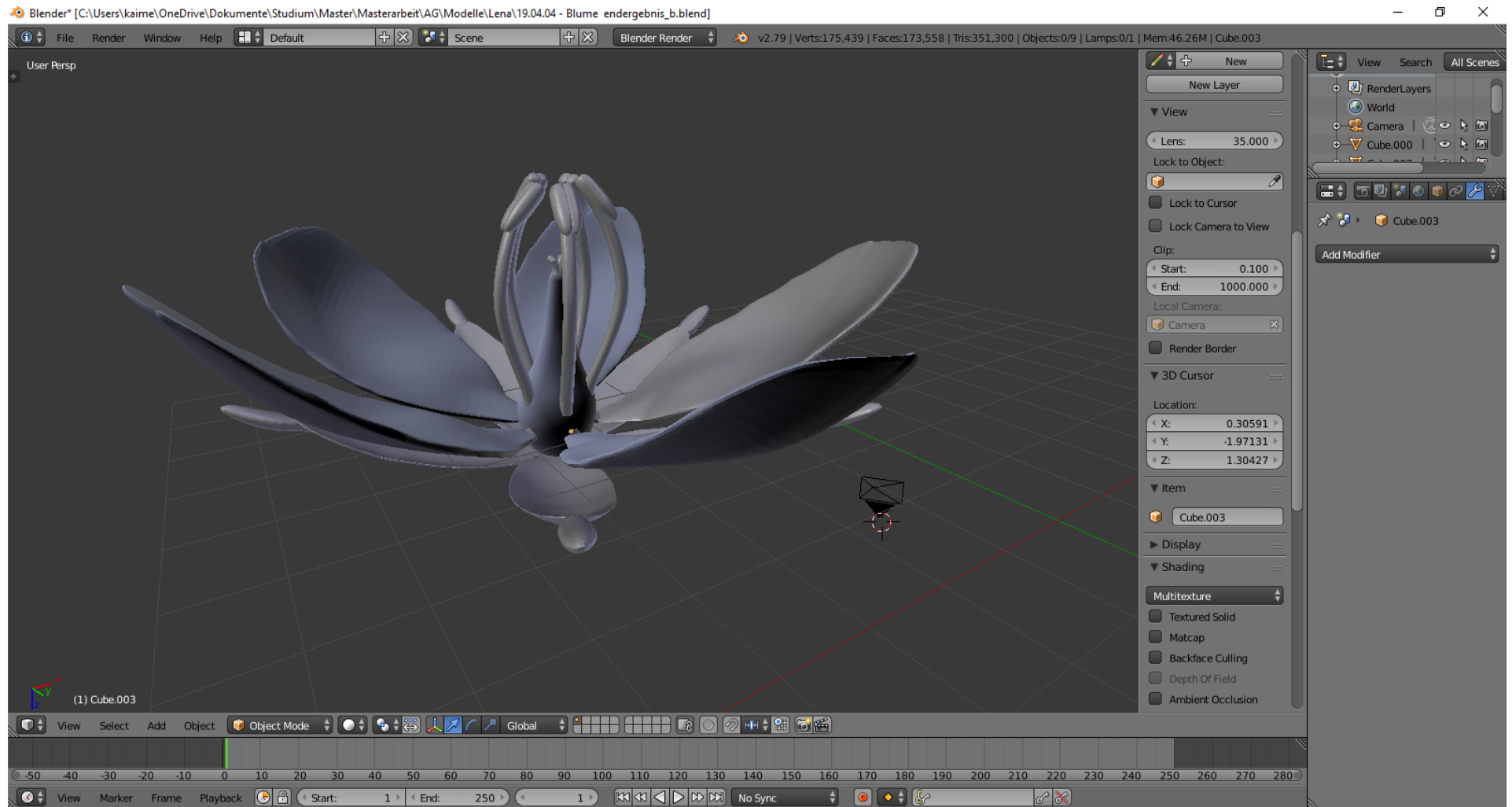


# 4.

## Diskussion Unterrichtskonzept

- Diskussionswürdige didaktische Entscheidungen
  - Rolle der Lehrkraft
  - Fehlmodellierungen
  - ganzheitlicher Ansatz
- Alleinstellungsmerkmale der AG
  - Kompetenzorientierung
  - didaktische Legitimation
  - explizite Lernziele
  - Begeistern von Mädchen für MINT
  - Drucken nicht aus Selbstzweck
  - Vernetzung von
    - Medienkompetenz
    - Modellkompetenz
    - Fachwissen





## 1. Doppelstunde: Einstieg in das Thema 3D-Druck

Unterrichtsphase	Aktivitäten	Medien / Materialien	Sozialform / Arbeitsform	Zeit
Vorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vor Beginn der AG sollte auf jedem Computer <i>Blender</i> und <i>Cura</i> installiert sein</li> <li>- es sollte ein Ordner auf dem Desktop platziert werden, in dem die Fotos des gewöhnlichen Reiherschnabels als Modellvorlage vorhanden sind</li> </ul>			
Einstieg	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schülerinnen und Schüler (SuS) hören zu</li> <li>- Lehrkraft (LK) begrüßt die SuS</li> <li>- es folgt ein objektorientierter Einstieg, indem der Lehrende den 3D-Drucker vorstellt</li> <li>- die SuS werden aufgefordert, Namensschilder aufzustellen</li> </ul>	3D-Drucker	Vortrag	5 min.
Erarbeitungsphase	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LK teilt das Arbeitsblatt „3D-Druckverfahren im Überblick“ von Fabstone (S. 11-14) aus, geht herum und steht für Fragen zur Verfügung</li> <li>- SuS bearbeiten das Arbeitsblatt</li> </ul>	Arbeitsblatt 3D-Druckverfahren im Überblick	Einzelarbeit	20 min.
Sicherungsphase	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LK initiiert das Unterrichtsgespräch und korrigiert eventuell</li> <li>- SuS melden sich und präsentieren ihre Ergebnisse. Dabei sollen sie selbstständig das Wort weitergeben.</li> </ul>	Arbeitsblatt	Unterrichtsgespräch	15 min.
Transferphase	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS sollen in dieser Phase ihr erlerntes Wissen auf den vorhandenen 3D-Drucker übertragen. Welche Technik liegt dem Drucker zugrunde?</li> <li>- eine Schülerin soll direkt am Drucker den Prozess des 3D-Drucks beschreiben</li> <li>- LK leitet das Gespräch mit der AG durch Fragen</li> <li>- LK weist auf problematische Strukturen wie Überhänge beim 3D-Druck hin</li> </ul>	3D-Drucker	fragend-entwickelnder Unterricht	10 min.
Erarbeitungsphase 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LK startet den PC und öffnet <i>Blender</i>. Er stellt kurz vor, was man mit dem Programm machen kann.</li> <li>- LK geht mit den SuS die Voreinstellungen durch</li> <li>- LK teilt die <i>Blender</i>-Shortcut-Liste aus</li> <li>- LK führt die SuS Schritt für Schritt an das Programm heran. LK macht als Experte etwas über den Beamer vor und die SuS sollen es auf den eigenen PCs nachmachen und sich die Operationen einprägen</li> <li>- LK zeigt, wie man die Kameraansicht mit 1, 3, 7 und 5 und mit Mausrad und Shift und Maus bewegen verändern kann</li> <li>- LK zeigt, wie man einen Würfel über die Scale-, Rotate- und Move-Tools manipulieren kann und zeigt, wie sich die Werte in der über N auferufenen Leiste verändern</li> <li>- LK erläutert, dass man jede Veränderung mit Esc abbrechen kann</li> <li>- LK zeigt, wie man ein Objekt entfernt und erläutert Undo und Redo</li> <li>- die Einführung in <i>Blender</i> wird in der nächsten Stunde fortgesetzt</li> </ul>	Computer mit 3D-Programm <i>Blender</i> , Beamer, <i>Blender</i> -Shortcut-Liste	Frontalunterricht / Anleitung	35 min.
Ende der Doppelstunde				