

IO1 – Eine Methodik um 3D-Druck-Übungen für die berufliche Bildung zu entwickeln.

**-01A5-**

**Methode zur Entwicklung neuer 3D-  
Druck-Designs unter Berücksichtigung  
didaktischer Kriterien.**



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**E3D+VET**

ERASMUS+  
3D PRINTING  
VET CENTRES

## ERASMUS3D+

für den Einsatz des 3D-Drucks in beruflichen Bildungseinrichtungen

Projekt-Vertragsnummer  
2017-1-DE02-KA202-004159

Dieses Projekt ist lizenziert unter  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



### Teilnehmende Organisationen:



Technical Research  
Centre of Furniture and  
Wood of the Region of  
Murcia



STYRIAN TECHNOLOGY PARK  
Regional Centre for Technology Development  
Business Support Centre and Incubator



### Haftungsausschuss:

"Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, die nur die Ansichten der Autoren widerspiegelt, die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden."

Output Identification	O1
Output Title	IO1 – Eine Methodik um 3D-Druck-Übungen für die berufliche Bildung zu entwickeln
Activity Title	O1 – A5. Methode zur Entwicklung neuer 3D-Druck-Designs unter Berücksichtigung didaktischer Kriterien.
Version	V1.1



- 01A5 -

Methode zur Entwicklung neuer 3D-  
Druck-Designs unter Berücksichtigung  
didaktischer Kriterien.

## Inhalt

<b>Einführung</b> .....	<b>5</b>
Was versteht man unter additiven Fertigungsverfahren .....	6
Produktionsprozess im 3D-Druck: .....	7
Wie lange brauche ich, um ein 3D-Objekt zu drucken? .....	7
<b>Vorteile des 3D-Drucks in der Ausbildung</b> .....	<b>8</b>
Anschaulichkeit durch Anfassen und "Be-greifen" von 3D-Modellen .....	9
Anschaulichkeit durch das Arbeiten mit dem 3D-Modell .....	10
Neugierde wecken durch den Einsatz von 3D-Druck im Unterricht .....	11
Aktuelste Technik im Unterrichtseinsatz .....	12
<b>Vorlage für die Definition von 25 Aufgaben</b> .....	<b>13</b>
<b>Anhang I.- Übung: Fibonacci-Spirale</b> .....	<b>21</b>
Bilder des Druckvorgangs der Übung "Fibonacci-Spirale" .....	27
<b>Anhang II.- Übung: Technisches Zeichnen – Ansichten</b> .....	<b>30</b>
Bilder des Druckvorgangs der Übung "Technisches Zeichnen – Ansichten" .....	37
 <b>Anhang Abbildungen:</b>	
<u>Abbildung 1: Druckeigenschaften des 3D-Model. Fibonacci-Spirale</u> .....	27
<u>Abbildung 2: 3D-Druckprozess. Fibonacci-Spirale.</u> .....	28
<u>Abbildung 3: rechts: gedrucktes Modell. links nachbearbeitetes Modell</u> .....	29
<u>Abbildung 4: fertiges 3D-Modell. Fibonacci Spiral.</u> .....	29
<u>Abbildung 5: Design des 3D-Model. Technische Zeichnung</u> .....	37
<u>Abbildung 6: Druckeigenschaften des 3D-Modells. Technische Zeichnung</u> .....	38
<u>Abbildung 7: fertiges 3D-Modell. Technische Zeichnung</u> .....	39

## Einführung

Dieses Dokument soll eine Unterstützung für Lehrer sein, um Unterrichtseinheiten zu konzipieren in denen 3D-Modelle eine Schlüsselposition einnehmen. Technisches Wissen zum Thema 3D-Druck ist nicht notwendig. Das vollständige Ausfüllen der Vorlage sollte für 3D-Druck-Designer ausreichend sein, das 3D-Druck-Modell zu erstellen. Als Ergänzung der schriftlichen und bildlichen Beschreibung der Modelle wird in einem anderen Abschnitt der Unterricht genauer beschrieben. Hier soll genauer beschrieben werden, wie das Modell im Unterricht eingesetzt werden kann und worin der Zusatznutzen in der Verwendung des 3D-Modells für Lehrer und Schüler liegt.

Alles, was am Produktionsprozess eines 3D-Objekts beteiligt ist, von der Entwicklung der Idee bis zum erstellten Druckerzeugnis, erleichtert dem Schüler das Erlernen komplexer Konzepte und gibt ihm neue Werkzeuge zur Entwicklung seiner Kreativität und zum Verständnis der verschiedenen Fächer. Die Schüler können die im Unterricht erklärten Konzepte mit den Händen berühren. Die dreidimensionale Visualisierung verbessert die Verinnerlichung von Konzepten und zieht die Aufmerksamkeit der Schüler auf sich. Es ist ebenso erwähnenswert, dass die Schüler bisher eher Kontakt zur subtraktiven Fertigung hatten, bei der aus einem Stück ein Objekt durch Entfernen von Material entsteht, das die Erzeugung von Restmaterial impliziert. Dieses verschwindet mit der additiven Fertigung, da das Endobjekt Schicht für Schicht entsteht und nur das zur Erzeugung des gewünschten Volumens notwendige Material verbraucht wird, so dass kein Abfallmaterial vorkommt.

Wir leben in einer neuen industriellen Revolution, in der "neue" Technologien eine Schlüsselrolle sowohl im Arbeits- als auch im Sozialbereich spielen. Wir müssen junge Menschen darauf vorbereiten, sich ihnen zu stellen. Dafür werden Lehrer benötigt, die dieses Wissen mitbringen.

Dieses Dokument beinhaltet folgende Punkte:

- einige Informationen zu additiven Herstellungsmethoden
- Vorteile des 3D-Drucks im Unterricht
- Wie werden 3D-Druck-Übungen/Unterrichtseinheiten erstellt?

- Vorgaben zum Unterrichten
- technische Vorgaben
- Anhänge: zwei Beispiele

## Einige Informationen über Additive Fertigungsverfahren bzw. den 3D-Druck.

### Ist der 3D-Druck eine fortschrittliche Technologie?

Die Additive Fertigung ist keine neue Technologie, ihre Entstehung geht auf die 80er Jahre zurück und seitdem sind die Fortschritte in dieser Technologie nicht mehr aufzuhalten.

Der japanische Anwalt Dr. Hideo Kodama war die erste Person, die ein Patent auf Rapid Prototyping-Technologie ausfüllte. Die Behörden lehnten seinen Antrag ab, da er ihn nicht rechtzeitig abgegeben und somit die Frist überschritten hatte. Das merkwürdige daran war, dass er Patentanwalt war. Auf der Suche nach Informationen über die Entstehung des 3D-Drucks erhalten wir daher die Antwort, dass der Amerikaner Charles Hull 1986 das erste Patent eingereicht hat. Er erfand die SLA-Maschine (Stereolithographie). Kurz darauf kamen andere 3D-Druckverfahren wie SLS und FDM.

### Was versteht man unter additiven Fertigungsverfahren

Das additive Fertigungsverfahren oder allgemein bekannt als 3D-Druck ist ein Prozess, der aus einem digitalen Design ein physisches Objekt erzeugt. Es gibt verschiedene 3D-Drucktechnologien und -materialien, mit denen Sie drucken können, aber alle basieren auf dem gleichen Prinzip: Ein digitales Modell wird durch das schichtweise Hinzufügen von Material in ein dreidimensionales physikalisches Objekt verwandelt.

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass additive Fertigung keine einzelne Technologie darstellt, sondern eine Reihe von Herstellungsverfahren, die sich stark voneinander unterscheiden aber dennoch drei gemeinsame Merkmale aufweisen:

1. Es handelt sich um Fertigungsprozesse, bei denen durch Zugabe von Material ein dreidimensionales Objekt hergestellt wird.

2. Das Objekt wird durch Überlagerung aufeinanderfolgender Materialschichten aufgebaut.
3. Das Objekt wird aus einem digitalen 3D-Modell generiert.

Sie werden als ADDITIVE Fertigungsverfahren bezeichnet, um sie von herkömmlichen Prozessen wie der Füge-, Umform- und Subtraktivfertigung zu unterscheiden.

## Produktionsprozess im 3D-Druck:

Der Herstellungsprozess eines 3D-Modells kann in folgenden Verfahrensschritten zusammengefasst werden:



Die 3D-Modelle können entworfen oder gescannt werden (in beiden Fällen sind spezifische Softwarekenntnisse erforderlich), oder sie können von einer Internetplattform heruntergeladen werden, wie z.B. imaterialisieren, shapeways oder thingiverse.

## Wie lange brauche ich, um ein 3D-Objekt zu drucken?

Ein wichtiger zu berücksichtigender Punkt ist die Druckzeit eines 3D-Objekts. Oftmals lesen wir im Internet, dass wir ein Objekt in kurzer Zeit drucken können, aber das ist sehr relativ, da dieser Prozess mehrere Stunden dauern kann. Die "Druckzeit" hängt von mehreren Faktoren ab, so dass es schwierig ist, die Dauer allgemeingültig festzulegen. Einige der Faktoren, die die Druckzeit eines 3D-Objekts beeinflussen, sind:

Je komplexer das 3D-Modell, je komplexer die Form, desto mehr Druckzeit ist einzukalkulieren.

Das Füllmaterial des 3D-Modells hat einen Einfluss auf die Druckzeit. Je nach Art des benötigten Widerstandes unterscheidet sich die Füllung. Ein Modell, das einer starken Beanspruchung ausgesetzt wird, benötigt einen höheren Prozentsatz der Füllung als ein Modell, das einer geringen Beanspruchung ausgesetzt wird und damit muss mehr

Druckzeit einkalkuliert werden. Die Art der Füllung reicht von 25% (einfache Füllung) bis 100% (vollflächig).

Die Dicke der Wände bzw. die Dicke der Kontur des Werkstücks hängt wiederum von der Düse des Druckers ab.

Die Oberflächenbeschaffenheit des Werkstücks wird definiert durch die Höhe der Schicht. Je dünner die einzelne Schicht ist, desto besser ist die Endbeschaffenheit. Da in dem Fall jedoch mehr Schichten benötigt werden, um das Teil fertigzustellen, wird auch mehr Druckzeit benötigt.

Die Definition der Druckparameter bzw. die Festlegung der Druckqualität beeinflusst die Druckgeschwindigkeit. Durch eine Beschleunigung des Druckprozesses kann es aber in einigen Fällen vorkommen, dass die Oberfläche nicht die gewünschte Qualität aufweist, besonders bei komplexen Teilen.

Die meisten dieser Parameter werden mit einer Software definiert, bevor Sie Druck starten. Diese Software gibt uns Informationen über die benötigte Druckzeit und die benötigte Materialmenge.

## **Vorteile des 3D-Drucks in der Ausbildung**

Der 3D-Druck spielt eine sehr wichtige Rolle bei der "neuen industriellen Revolution" – Industrie 4.0 – der vernetzten Industrie. Seine Präsenz nimmt täglich in mehreren Bereichen von Industrie und Wissenschaft zu. Daher ist es sehr wichtig, die Schüler mit dieser Technologie vertraut zu machen, deren Einsatz zunimmt, um sie auf die Zukunft vorzubereiten.

Der 3D-Druck ermöglicht aufgrund seiner Vielseitigkeit, die Integration in verschiedene Themenbereiche. Als Beispiel dafür sehen Sie die Anhänge zu diesem Dokument.

Die Einbeziehung des 3D-Drucks in den Unterricht hilft den Schülern, die PTLs (Personal Learning and Thinking Skills) zu erhöhen und bildet so kreative Denker und reflektierende Schüler, da die Schüler durch Praxis lernen. Man nennt es "learning by doing".

In den folgenden Punkten werden einige der wichtigsten Vorteile seiner Anwendung im Klassenzimmer dargestellt.

## Anschaulichkeit durch Anfassen und "Be-greifen" von 3D-Modellen

Die hohe Anschaulichkeit der zu vermittelnden Inhalte ist einer der größten Vorteile des Einsatzes von 3D-Druck und vor allem der Modelle im Unterricht. Der visuelle und/oder haptische Wahrnehmungskanal der Lernenden wird durch den Einsatz des 3D-Modells besonders stimuliert.

Die Anschaulichkeit kann dabei die folgenden unterschiedlichen Aspekte erfüllen:

- Größenverhältnisse können am Objekt verdeutlicht werden. Ein Objekt kann in unterschiedlichen Größen mit einem festen Maßstab gedruckt werden, so dass Größenverhältnisse haptisch erfahrbar werden.
- Kleine Objekte können groß ausgedruckt werden, so dass mehr Details auch ohne Mikroskop oder Lupe sichtbar sind.
- Große Objekte können verkleinert werden, so dass man die Welt ins Klassenzimmer holen kann. Man muss nicht an die Orte fahren, um eine dreidimensionale Vorstellung zu bekommen und im Gegensatz zu einem Bild sind die Objekte anfassbar.
- Objekte, die aus unterschiedlichen Gründen nicht als reales Objekt betrachtet werden können, werden durch ein 3D-Modell sichtbar und/oder anfassbar.
- Ein Schüler kann komplexe Strukturen, geometrische Formen aus allen Blickrichtungen betrachten und erhält so eine ganzheitliche Vorstellung.

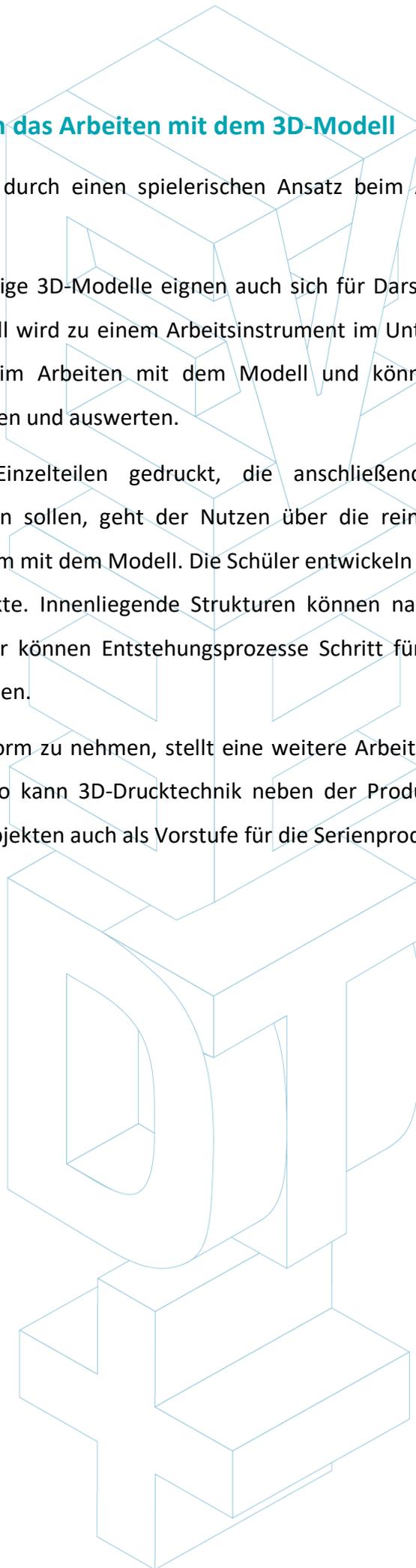
## Anschaulichkeit durch das Arbeiten mit dem 3D-Modell

Ein nachhaltiges Lernen durch einen spielerischen Ansatz beim Arbeiten mit dem 3D-Modell wird gefördert.

Komplexe, auch mehrteilige 3D-Modelle eignen sich für Darstellung von Vorgängen und Abläufen. Das Modell wird zu einem Arbeitsinstrument im Unterricht. Die Lernenden machen Erfahrungen beim Arbeiten mit dem Modell und können diese Erfahrungen sammeln, zusammentragen und auswerten.

Wird ein Objekt in Einzelteilen gedruckt, die anschließend von den Schülern zusammengesetzt werden sollen, geht der Nutzen über die reine Anschauung hinaus. Schüler arbeiten wiederum mit dem Modell. Die Schüler entwickeln ein Verständnis für den Aufbau komplexer Objekte. Innenliegende Strukturen können nachgebaut und sichtbar gemacht werden. Schüler können Entstehungsprozesse Schritt für Schritt begleiten und somit besser nachvollziehen.

Das 3D-Modell als Gussform zu nehmen, stellt eine weitere Arbeitsweise mit der Technik bzw. dem Modell dar. So kann 3D-Drucktechnik neben der Produktion von Einzelteilen oder individualisierten Objekten auch als Vorstufe für die Serienproduktion dienen.



## Neugierde wecken durch den Einsatz von 3D-Druck im Unterricht

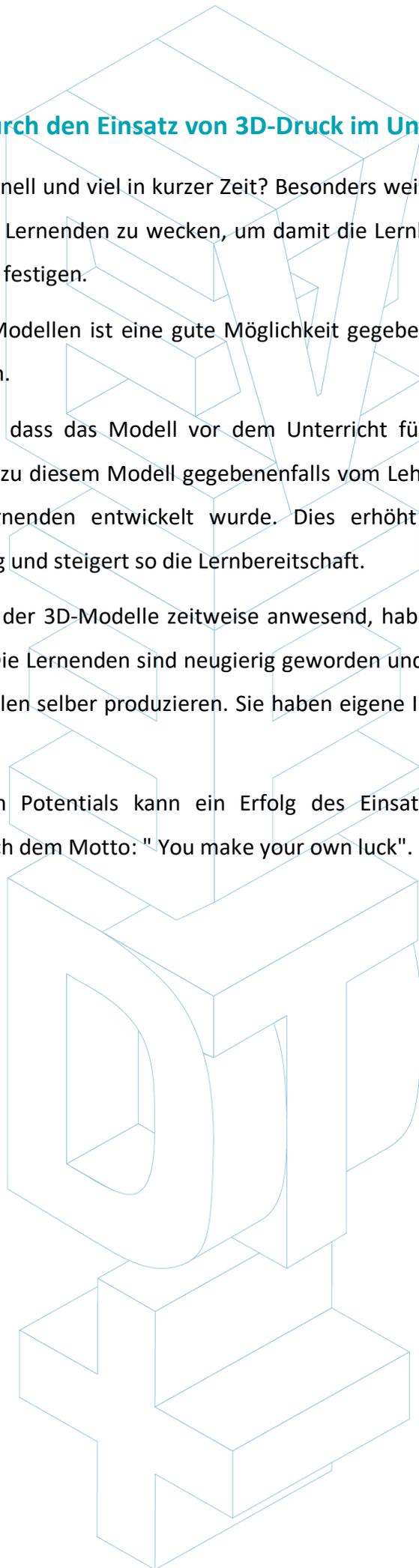
Warum lernen Kinder schnell und viel in kurzer Zeit? Besonders weil sie neugierig sind. Die Neugierde gilt es bei den Lernenden zu wecken, um damit die Lernbereitschaft zu fördern und Wissen nachhaltig zu festigen.

Mit dem Druck von 3D-Modellen ist eine gute Möglichkeit gegeben, diese Neugierde bei den Lernenden zu wecken.

Die Lernenden erfahren, dass das Modell vor dem Unterricht für sie speziell gedruckt wurde und dass die Idee zu diesem Modell gegebenenfalls vom Lehrer stammt oder sogar zusammen mit den Lernenden entwickelt wurde. Dies erhöht unterschwellig einen wertschätzenden Umgang und steigert so die Lernbereitschaft.

Sie waren beim Drucken der 3D-Modelle zeitweise anwesend, haben vielleicht sogar den Druckprozess begleitet. Die Lernenden sind neugierig geworden und wollen mehr über die Technik erfahren. Sie wollen selber produzieren. Sie haben eigene Ideen, die sie umsetzen wollen.

Förderung des kreativen Potentials kann ein Erfolg des Einsatzes von 3D-Druck im Unterricht sein. Ganz nach dem Motto: "You make your own luck".



## Aktuelle Technik im Unterrichtseinsatz

Mit dem Einsatz des 3D-Drucks kann das Verständnis für einen zeitgemäßen Produktionsworkflow in vielen Berufen gelegt werden. Ein verstärkter Einsatz dieser Technik in der Berufsfindungsphase ist wünschenswert.

So wie die Schüler etwas über die Möglichkeiten der 3D-Technik erfahren, werden Sie auch etwas über ihre Grenzen und Schwierigkeiten erfahren. Sie lernen Techniken reflektiert zu beurteilen und zu benutzen.

Ein problemorientierter Unterrichtsansatz kann Lernbereitschaft und Motivation fördern. Der Blick über den Tellerrand ist gefragt, da angrenzende Themen beim Design des Objekts, beim Druck und bei der Beurteilung in der Anwendung eine Rolle spielen.

Ist der Grundstein einmal gelegt, kann die Technik auf andere Bereiche übertragen werden. Eine solche Transferleistung kann ein weiterer Zusatznutzen des Einsatzes von 3D-Druck im Unterricht sein.



## Vorlage für die Definition von 25 Aufgaben

### Definition der Aufgaben

Die Vorlage zur Aufgabenerstellung besteht aus drei Teilen. Der erste Teil muss von allen ausgefüllt werden. Im zweiten und dritten Teil können fehlende Informationen mit Hilfe von den am Projekt teilnehmenden Lehrern und den Technikern von CETEM ergänzt werden.

- 1) Im ersten Teil werden allgemeine Aspekte der Aufgaben angegeben:
  - 1.1 Informationen: Thema (spezifische, problemorientierte Formulierung), Modellname und Unterrichtsfach (In welchem Fach kann das 3D-Modell eingesetzt werden?).
  - 1.2 3D Modell.
    - 1.2.1 Beschreibung des 3D-Modells.
    - 1.2.2 Zeichnungen des 3D-Modells.
    - 1.2.3 Zusätzliches Material für eine bessere Anschaulichkeit.
- 2) Im zweiten Teil soll genauer beschrieben werden, wie das Modell im Unterricht eingesetzt werden kann. Unterrichtsvorgaben.
- 3) Der dritte Teil listet die technischen Angaben des Modells auf.

## 1. Allgemeine Aspekte der Aufgabe

### 1.1. Informationen.

(Dieser Abschnitt bezieht sich auf die allgemeinen Aspekte der Übung. Es ist notwendig, alle Abschnitte mit den Zielen zu vervollständigen, die Sie mit dem 3D-Druck-Modell erreichen wollen. Das Thema muss benannt werden. Der pädagogische Mehrwert des Modells soll erläutert werden).

Name der Aufgabe:	<p>Hier sollten Sie den Namen der Aufgabe angeben, der sich vom Modellnamen unterscheiden kann, z.B.: Der Name der Übung kann ein Ziel identifizieren, das Sie anstreben. Außerdem kann es eine bestimmte Technik oder ein bestimmtes Material enthalten oder das Thema, auf das es sich bezieht, identifizieren.</p> <p>In diesem Abschnitt ist es auch möglich, den gleichen Namen zu verwenden, der im Abschnitt über das Modell enthalten ist.</p>
Name des Modells: (es kann der selbe sein, wie bei "Name der Aufgabe")	<p>Der Name des Modells sollte kennzeichnend dafür sein, was Sie drucken möchten.</p> <p>Es kann sich auf einen Eigennamen oder eine Kategorie beziehen. Es könnte derselbe sein wie der Name der Aufgabe.</p>
Thema: (kurze, spezifische, problemorientierte Beschreibung des Modelleinsatzes)	<p>Das Thema sollte die Verwendung des Modells mit einbeziehen. Es soll beschreiben werden, was das Hauptziel des Modells ist und warum es im Klassenzimmer eingesetzt werden soll. Bitte versuchen Sie, so viele Details wie möglich einzubeziehen, um besser zu erklären, welchen Vorteil die Schüler vom Einsatz des 3D-Modells haben. Sie können so viele Themen erläutern, für die man das 3D-Modell nutzen kann.</p>
Bestimmtes Fach: ( Wir können weitere mögliche Fächer unter Punkt 2 in dieser Vorlage hinzufügen )	<p>Du solltest ein Fach angeben, auf das sich die Aufgabe bezieht. Zum Beispiel: Kunst, Geographie, Geschichte, Technologie, Naturwissenschaften, etc..... Es ist wichtig, in diesem Abschnitt nur einen Bereich zu identifizieren. In Punkt 2 dieser Vorlage wird es möglich sein, andere Fächer zu nennen, in denen das Modell ebenso eingesetzt werden kann.</p>

<p>Anzahl der Teile aus denen das Modell zusammengesetzt ist:</p>	<p>Wenn das Modell aus mehr als einem Teil besteht, ist es notwendig, die Anzahl der Teile anzugeben, die die Aufgabe umfasst, z.B. wenn die Aufgabe die Darstellung des Sonnensystems ist, müssen wir angeben, dass sie aus 9 Teilen (der Sonne und den 8 Planeten) und ihren 9 Halterungen besteht (die das Verrutschen verhindern).</p> <p>Es ist auch möglich, dass ein einzelnes 3D-Modell aus mehr als einem Stück besteht, z.B. ein 3D-Modell eines einfachen Autos, das aus 4 Rädern, zwei Achsen zur Verbindung der Räder und der Karosserie des Autos oder Fahrgestells gebildet werden kann. In diesem Fall müssten wir angeben, dass das 3D-Modell aus 7 Teilen besteht.</p> <p>Es ist möglich, dass das 3D-Modell, entweder aufgrund seiner Form oder seiner Größe, in mehrere Teile aufgeteilt werden muss, um den korrekten Druck zu gewährleisten und das Endergebnis das gewünschte Aussehen zu erhalten. Die Aufteilung eines Objekts in mehrere Einzelteile wird vor dem Drucken durchgeführt.</p>
---	---

## 1.2. 3D Modell

(Allgemeine Eigenschaften des zu druckenden 3D-Objekts mit grafischen Referenzen wie Skizzen, Bildern oder Videos, die besser erklären können, was Sie drucken möchten und welches Ziel erreicht werden soll.)

### 1.2.1. Beschreibung

In diesem Abschnitt müssen wir das Modell optisch beschreiben und so viele Informationen wie möglich geben, damit der Konstrukteur eine Vorstellung davon bekommt, was zu entwerfen ist, z.B. die Anzahl der Teile, aus denen es besteht, die Beschreibung jedes seiner Teile (Form), ungefähre / gewünschte Maße der Baugruppe oder ihrer Teile, Farben, ...

Darüber hinaus sollte eine kurze Beschreibung aus pädagogischer und didaktischer Sicht erfolgen. Was das Modell repräsentiert, warum es ausgewählt wurde, wofür es verwendet wird, wie es im Klassenzimmer verwendet werden kann usw. ...

## 1.2.2. Zeichnungen des 3D-Modells.

(Fügen Sie eine technische Zeichnung oder eine Skizze ein. Verwenden Sie so viele Seiten wie nötig)

Hier sollten Sie freihand Skizzen, technische Zeichnungen und Renderings (wenn möglich) einfügen, um das zu druckende Objekt sowohl als Ganzes als auch in seinen Einzelteilen in 3D besser zu erklären. Es wäre sinnvoll, mindestens drei Ansichten (vorne, seitlich und oben) und eine explodierte axonometrische Ansicht zu haben, um eine globale Sicht auf das zu haben, was Sie darstellen möchten.

Sie sollten die darzustellenden und zu bemaßenden Objekte in allen ihren Komponenten mit der gleichen metrischen Skala bemaßen, um einen Vergleich untereinander zu ermöglichen. Sie können durch die Zeichnungen auch erklären, ob es Komponenten gibt, die verbunden werden sollen, ob es Teile gibt, die sich drehen, ob diese Teile gleiten oder in irgendeiner Weise eingeschränkt sind. Sie können die inneren und äußeren Eigenschaften hervorheben. Bitte verwenden Sie so viele Seiten wie nötig.

## 1.2.3. Zusätzliches Material für eine bessere Anschaulichkeit.

Auf dieser Seite können Sie Bilder, Links mit zusätzlichen Informationen, Videos, ... einfügen. Wichtig: Für alle hier eingefügten Materialien muss die Quelle angegeben werden.

## 2. Unterrichtsvorgaben

Hier sollen Hinweise gegeben werden, wie das 3D-Modell im Unterricht eingesetzt werden kann. Es soll erklärt werden, welchen Zusatznutzen das Herstellen und der Einsatz des 3D-Modells voraussichtlich haben wird. An dieser Stelle können darüber hinaus weitere Fächer aufgeführt werden, in denen das Modell verwendet werden kann.

### a) Wie kann das Modell im Unterricht eingesetzt werden?

Beschreiben Sie ausführlich die Verwendung des in 3D Modells im Unterricht. Was ist der didaktische Nutzen des entwickelten Objekts? Welche Ziele sollen mit dieser Art von 3D-Druck-Modell erreicht werden? Wenn die Aufgabe aus mehreren 3D-Modellen besteht, beschreiben Sie die Verwendung der einzelnen Modelle.

### b) Welche Vorteile bietet der Einsatz des 3D-Modells?

Beschreiben Sie die Vorteile, die die Schüler aus dem Einsatz der 3D-Aufgabe im Unterricht ziehen kann.

Beschreiben Sie auch die Vorteile, die sich sowohl auf die fachliche als auch auf die praktische, sensorische und soziale Ebene beziehen.

### c) In welchen weiteren Fächern ist der Einsatz des 3D-Modells denkbar?

Eine Übung kann viel mehr Themen beinhalten, indem sie bereichsübergreifendes Wissen bezieht. In diesem Abschnitt ist es notwendig, weitere Themen aufzulisten, die zusätzlich zu dem oben genannten Hauptfach behandelt werden können.

## 3. Technische Angaben zu dem 3D-Modell

Im Folgenden werden die technischen Spezifikationen beschrieben, die zu berücksichtigen sind, wenn ein 3D-Modell definiert werden soll und wenn es in einer bestimmten Übung

verwendet werden soll. Mit diesen technischen Angaben zu der Übung werden die notwendigen Druckparameter für die 3D-Modelle generiert.

TECHNICAL SPECIFICATIONS	
3D-Technologie	Hier muss angegeben werden, welche Art von 3D-Drucktechnik zum Einsatz kommt. Die Haupttypen sind: FDM, SLA, SLS.... Aber ganz sicher wird die Technologie, die in den meisten Fällen zum Einsatz kommt, FDM sein, aufgrund seines Qualitäts-Preis-Verhältnisses von Material und Maschine.
Falls Sie einen 3D-Drucker haben, welchen?	In diesem Abschnitt muss das Modell und die Marke des 3D-Druckers angegeben werden, falls die Schule einen hat. Dieser 3D-Drucker wird derjenige sein, der die Teile und Modelle der definierten Übung druckt.
Material	Nun muss die Art des Materials, das im Modell verwendet werden soll, festgelegt werden. Für die FDM-Technologie werden am häufigsten PLA und ABS verwendet. Obwohl es auch andere Materialien wie TPU, Nylon, PETG, etc. gibt. PLA ist sehr einfach zu drucken, sehr genau und starr, daher ist es eine der häufigsten Optionen für den Druck von Modellen. ABS ist etwas komplizierter zu drucken, da es leicht verformt.
Farbe (ein Teil eine Farbe)	In diesem Abschnitt muss die passende Farbe für die Teile oder das gesamte Modelle angegeben werden. Es wird dringend empfohlen, nur eine Farbe pro Teil zu wählen. Für die FDM-Technologie werden die 3D-Druckermaterialien in Rollen geliefert, und sie haben eine Farbe. 3D-Drucke können anschließend angemalt werden.
geeignete Größe für den Einsatz im Klassenzimmer (mm)	Hier muss die notwendige Größe der einzelnen Teile oder des Modells angegeben werden. Sie können sehr allgemeine Abmessungen wie Länge, Höhe, Breite (x, y, z) angeben. Es ist

	<p>aber auch möglich, spezifischere Dimensionen anzugeben, wie Durchmesser, Dicke oder die Größe spezifischerer Teile des Objekts. Es wird empfohlen, die Maße in Millimetern anzugeben. In diesem Zusammenhang ist es auch sinnvoll, die Größe des Drucktisches zu berücksichtigen. Dadurch wird die Größe des zu druckenden Objekts begrenzt.</p>
<p>Müssen die Teile stabil und belastbar sein?</p>	<p>In diesem Abschnitt muss durch ein "Ja" oder ein "Nein" gekennzeichnet werden, ob das Objekt belastbar sein muss. Dies ist in einigen Fällen sinnvoll, wie z.B. wenn die Figur Ladungen, Kräfte usw. aushalten soll. Wenn Sie in diesem Abschnitt "ja" eingeben, wird das Objekt z.B. mit einem höheren Füllgrad gedruckt, was eine längere Druckzeit bedeutet. Wenn Sie "nein" angeben, könnte das Modell leichter sein, und die Druckzeit verringert sich.</p>
<p>Sollen die Teile im Klassenzimmer, davor oder danach gedruckt werden?</p>	<p>Es muss auch angegeben werden, ob das Modell oder die Einzelteile im Klassenraum während des Unterrichts, vorher oder nachher, gedruckt werden sollen. Dies hat Auswirkungen auf die zur Verfügung stehende Druckzeit. Wenn es geplant ist, das Modell während des Unterrichts zu drucken, muss die Druckzeit verkürzt werden. Wenn das Objekt vor oder nach der Einheit gedruckt werden kann, kann der 3D-Drucker den Druckvorgang fortsetzen, und die Druckzeit spielt keine Rolle.</p>
<p>Soll das Modell angemalt werden?</p>	<p>In diesem Teil muss beschrieben werden, ob das Modell nach dem Druck angemalt werden soll. Wenn es geplant ist, wird die Filamentfarbe weiß sein, und das Stück wird weich geschliffen. Es ist sinnvoll an dieser Stelle, die Farbe oder die Farben anzugeben, mit denen das Objekt gemalt wird.</p>
<p>Aus wie vielen Einzelteilen besteht</p>	<p>Manchmal kann eine einzelne Übung aus mehr als einem Teil bestehen. Hier müssen diese Informationen angegeben werden.</p>

das Modell:	
Welche Art von Verbindung der Einzelteile soll möglich sein? (Schlitz, Clip, verschraubt, ...)	Wenn ein Modell aus mehreren Teilen besteht, die zusammengesetzt werden müssen, muss in diesem Abschnitt angegeben werden, welche Art von Montage- oder Verbindungsmethode verwendet werden soll. Zum Beispiel: Schlitz, Clip, Schraube, Druckeinstellung, etc. Die meisten der Montagearbeiten zum Fügen oder Verbinden von Einzelteilen erfordern einige Toleranzen und Merkmale, die bei der Konstruktion des 3D-Modells berücksichtigt werden müssen.
Welche Genauigkeit ist für das Modell erforderlich? Qualität: niedrig, mittel oder hoch.	Schließlich muss die erforderliche Qualität des Drucks durch 3 Stufen angegeben werden: niedrig, mittel oder hoch. Die Qualität oder Genauigkeit eines 3D-Modells, das mit der FDM-Technologie gedruckt wurde, kann sich unter anderem im visuellen Aspekt widerspiegeln. Wenn das Stück sehr klein ist oder viele komplexe Details hat, muss die Qualität hoch sein. Dies wirkt sich auf die Druckzeit aus (je höher die Qualität, desto höher die Druckzeit). Wenn das Teil eine einfache Geometrie hat, ohne Details, mit flachen Flächen usw., ist die erforderliche Qualität mittel oder niedrig.
Stützmaterial und/oder Nachbearbeitung	Hier wird angegeben, ob es notwendig ist, das Stützmaterial zu entfernen, falls das 3D-Modell es für den Druck benötigt. Wir werden auch angeben, ob das Modell einer Nachbearbeitung unterzogen werden muss, um das endgültige Objekt zu erhalten.

## Anhang I.- Übung: Fibonacci-Spirale

### 1. ALLGEMEINE ASPEKTE DER ÜBUNGEN

#### 1.1 Informationen

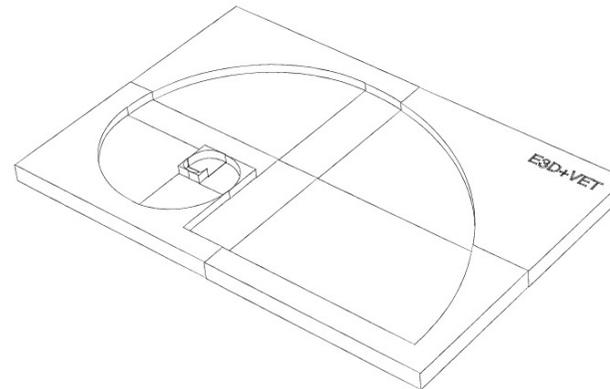
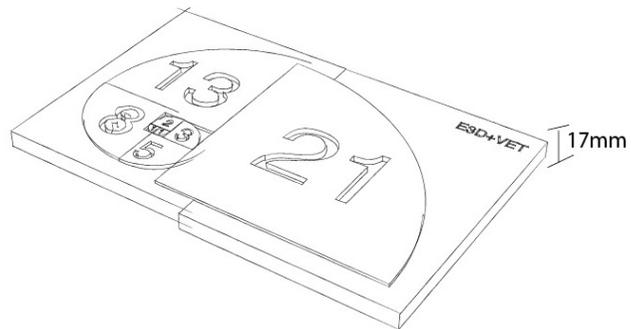
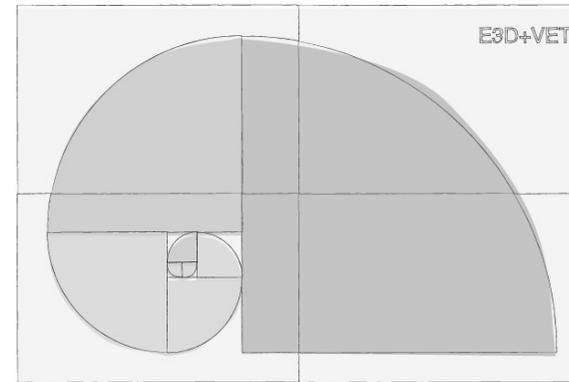
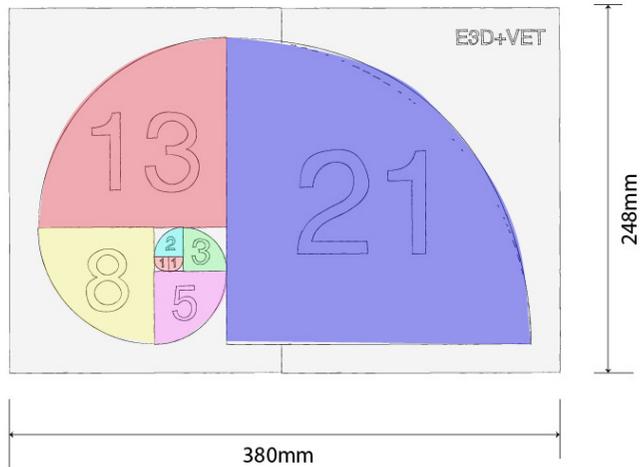
<b>Name der Übung:</b>	Fibonacci-Spirale
<b>Name des Modells:</b> (kann identisch sein wie "Name der Übung")	Fibonacci-Spirale
<b>Thema:</b> (kurze, spezifische, problemorientierte Beschreibung des Modelleinsatzes)	Das Modell wird verwendet, um die Untersuchung der Schüler der mathematischen Gesetze unseres Universums zu fördern. Das Modell wird die Entdeckung des Goldenen Schnittes durch Studenten unterstützen, von natürlichen Objekten auf unserem Planeten bis zu weit entfernten Galaxien.
<b>Fach:</b> (Weitere mögliche Fächer können unter Punkt 2 angegeben werden)	(Natur-)Wissenschaft
<b>Anzahl der Teile, aus denen das Modell zusammengesetzt ist:</b>	12

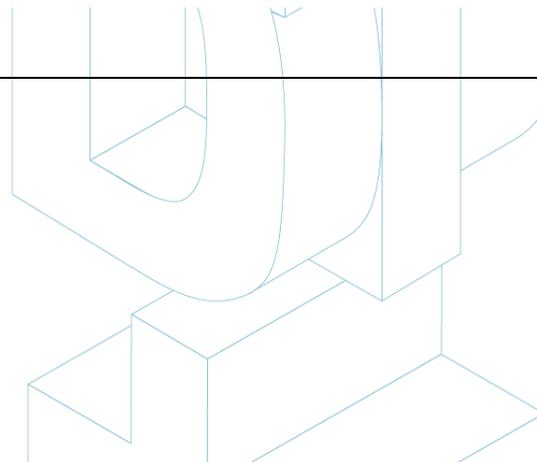
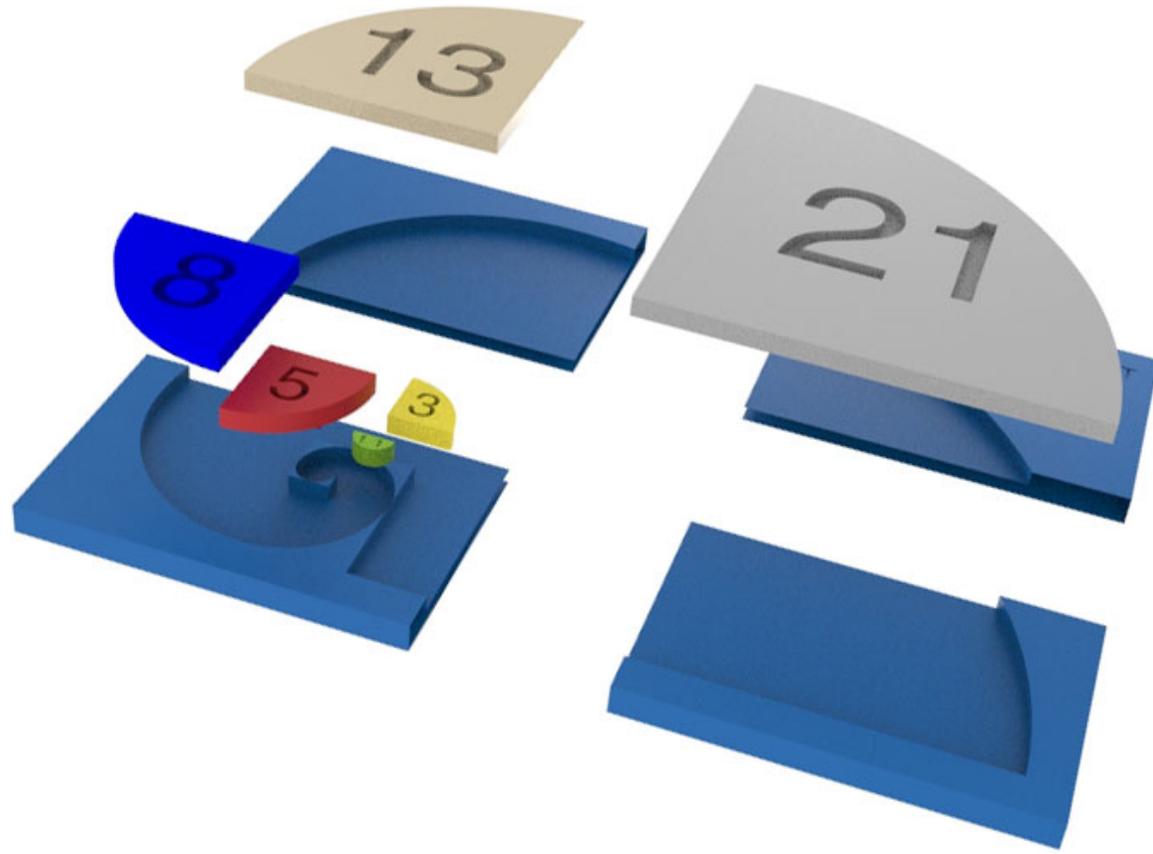
#### 2.1 3D Modell

##### 2.1.1 Beschreibung

Das Modell besteht aus 10 unabhängigen Teilen. Die ersten beiden Teile (die beiden kleinsten) sind ein Viertelkreis mit einem Radius von 1 cm, das dritte hat die gleiche Form, jedoch einen Radius von 2 cm, der vierte 3 cm, der fünfte 5 cm usw. bis zum letzten Stück mit einer Größe von 21 cm. Diese Zahlen werden als Fibonacci-Folge (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21) bezeichnet. Die Teile, aus denen sich die Spirale zusammensetzt, sind in einer rechteckigen Basisplatte enthalten, die ebenfalls in 3D gedruckt und in zwei Hälften geteilt ist. Die Platte hat eine Aussparung von 7,5 mm, um die Positionierung jedes Stücks besser zu ermöglichen.

**2.1.2 Zeichnungen des 3D-Modells. (Fügen Sie eine technische Zeichnung oder eine Skizze ein. Verwenden Sie so viele Seiten wie nötig.)**







### 3. UNTERRICHTSVORGABEN

Hier sollen Hinweise gegeben werden, wie das 3D-Modell im Unterricht eingesetzt werden kann. Es soll erklärt werden, welchen Zusatznutzen das Herstellen und der Einsatz des 3D-Modells voraussichtlich haben wird. An dieser Stelle können darüber hinaus weitere Fächer aufgeführt werden, in denen das Modell verwendet werden kann.

#### **a) Wie kann das 3D-Modell im Unterricht eingesetzt werden?**

Das Modell wird von den Lernenden verwendet, um die Konstruktion der Fibonacci-Sequenz zu untersuchen und eigene (noch größere) Spiralmodelle zu erstellen.

#### **b) Welche Vorteile bietet der Einsatz des 3D-Modells?**

Die Vorteile beziehen sich meistens auf die Möglichkeit einer praktischen Erkundung des Modells. Die Möglichkeit, die verschiedenen Teile des Modells praktisch durch Befolgung spezifischer geometrischer Regeln miteinander in Beziehung zu setzen, wird den Schülern helfen, die Form einiger natürlicher Objekte in die Fibonacci-Spirale einzupassen. Darüber hinaus kann das Modell die Basis für Diskussionen über den in der Natur zu beobachtenden „Goldenen Schnitt“ bieten.

#### **c) In welchen weiteren Fächern ist der Einsatz des 3D-Modells denkbar?**

Mathematik, Astronomie, Kunst

## 4. TECHNISCHE ANGABEN ZU DEM 3D-MODELL

Mit diesen technischen Angaben zu der Übung werden die notwendigen Druckparameter für die 3D-Modelle generiert. (Füllung, Orientierung, bzw. Anordnung, Trägermaterial, Dicke der Wand, Schichthöhe, ...)

TECHNISCHE ANGABEN	
Mit welcher 3D-Technologie arbeiten Sie?	FDM
Welchen 3D-Drucker verwenden Sie?	
Welches Material wird im Drucker verwendet?	PLA
Welche Farbe soll das Modell haben (ein Teil ist immer einfarbig)?	Platte: gelb Spiral-Teile: weiß
Welche Größe eignet sich, um es im Unterricht zu einsetzen zu können (mm)?	380 x 248 x 17 mm
Müssen die Teile sehr stabil und belastbar sein?	Nein
Sollen die Teile im Klassenzimmer, davor oder danach gedruckt werden?	Vor oder nach dem Unterricht
Soll das Modell angemalt werden?	Ja. Die Teile der Spirale sollen unterschiedliche Farben haben.
Aus wieviel Einzelteilen besteht das Modell?	12
Welche Art von Verbindung der Einzelteile soll möglich sein? (Schlitz, Clip, verschraubt, ...)	Nein
Welche Genauigkeit ist für das Modell erforderlich? Qualität: niedrig, mittel oder hoch.	mittel

## Bilder des Druckvorgangs der Übung "Fibonacci-Spirale".

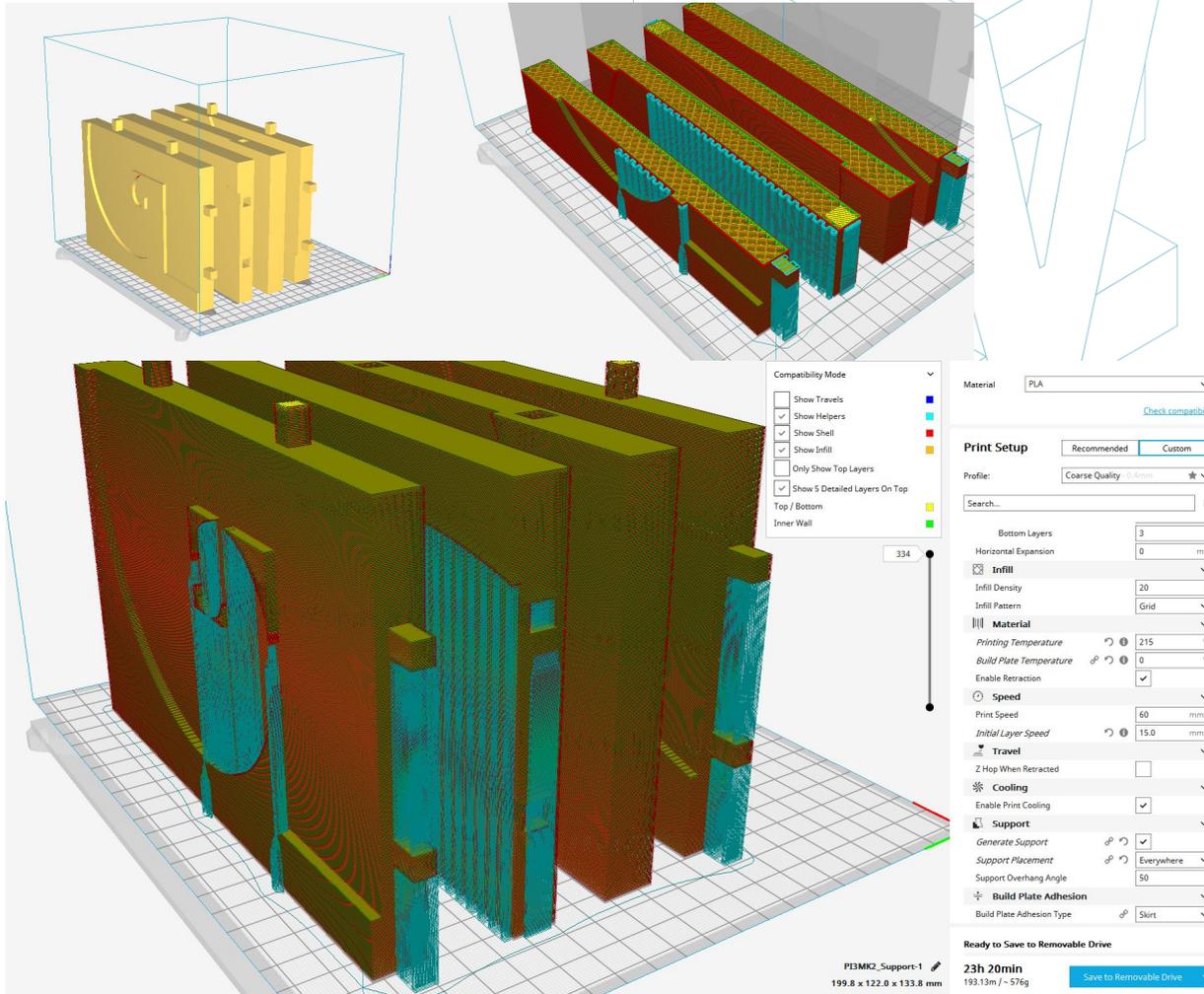


Abbildung 1: Druckparameter des 3D-Modells.  
Fibonacci-Spirale

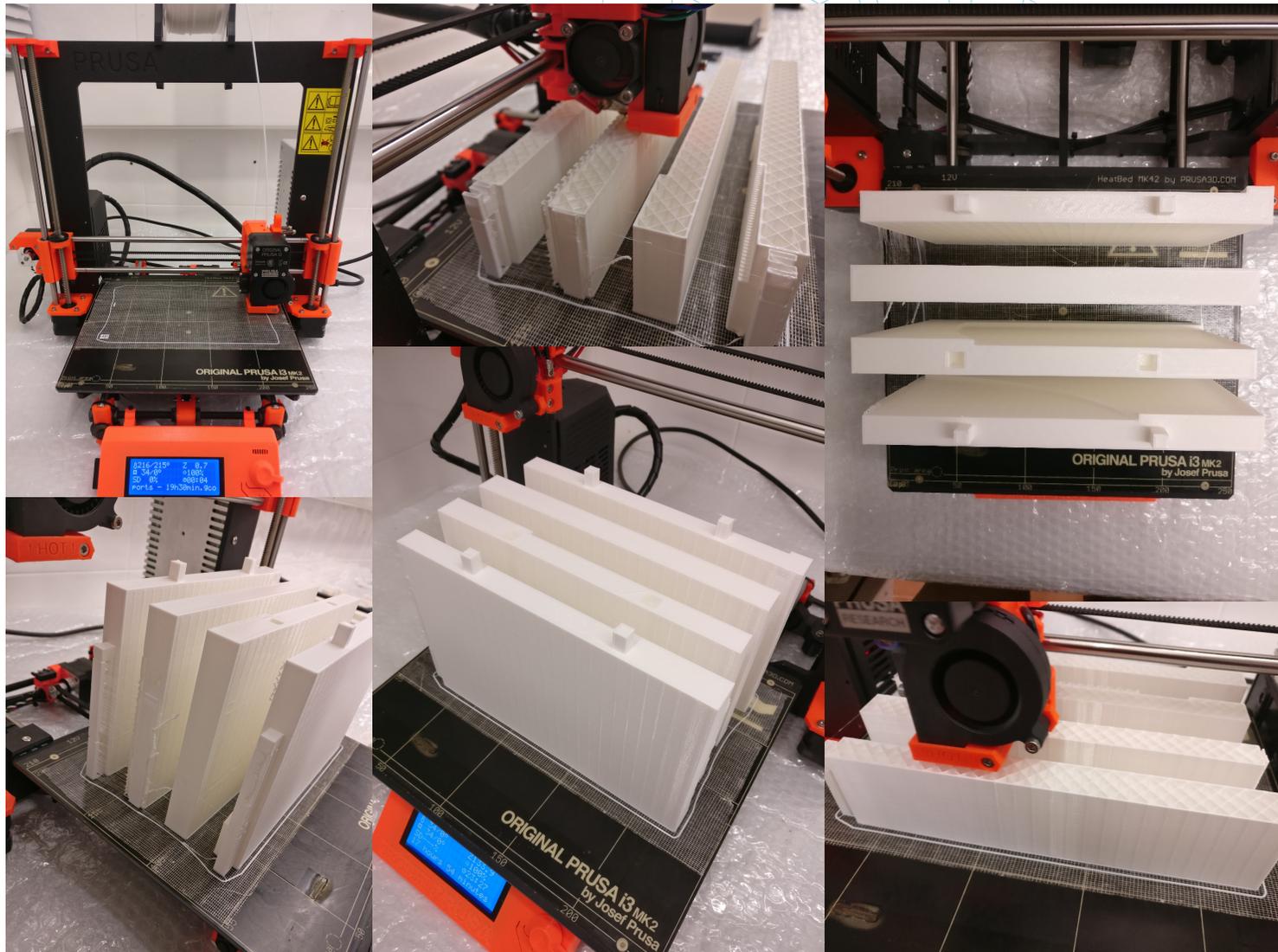


Abbildung 2: 3D Druckprozess. Fibonacci-Spirale.

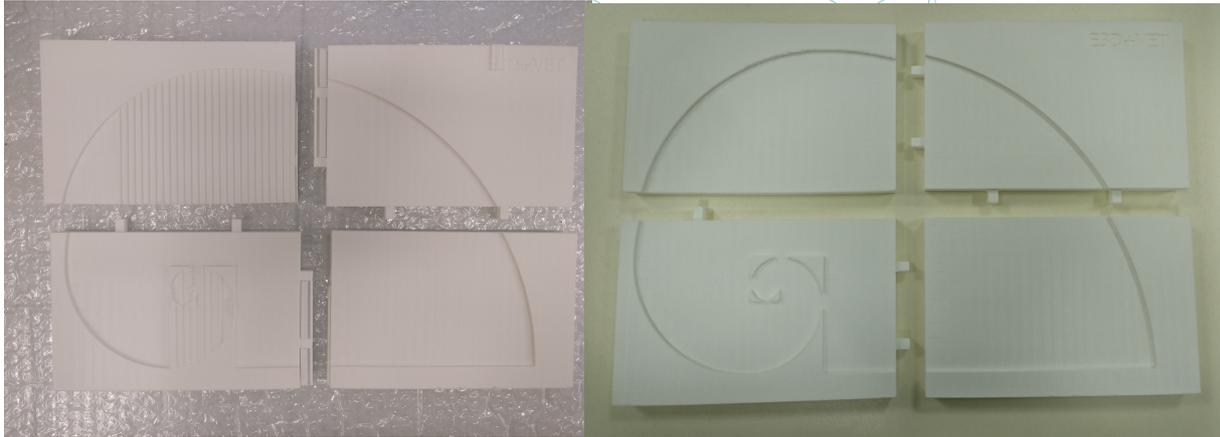


Abbildung 3: rechts: gedrucktes Modell. links: nachbearbeitetes Modell.



Abbildung 4: fertiges 3D Modell. Fibonacci-Spirale.

## Anhang II.- Übung: Technisches Zeichnen – Ansichten

### 2. ALLGEMEINE ASPEKTE DER ÜBUNGEN

#### 2.1 Informationen

<b>Name der Übung:</b>	<b>Technisches Zeichnen – Ansichten</b>
<b>Name des Modells:</b> (kann identisch sein wie "Name der Übung")	<b>Technisches Zeichnen – Ansichten</b>
<b>Thema:</b> (kurze, spezifische, problemorientierte Beschreibung des Modelleinsatzes)	<b>Lernen und üben, wie technische Ansichten (Drei-Tafel-Projektion) erstellt werden (Draufsicht, Vorderansicht, Seitenansicht) anhand von drei Objekten. Das Modell kann ebenso zum Abmessen eingesetzt werden.</b>
<b>Fach:</b> (Weitere mögliche Fächer können unter Punkt 2 angegeben werden)	<b>Technologie</b>
<b>Anzahl der Teile, aus denen das Modell zusammengesetzt ist:</b>	<b>3 (vorzugsweise für jeden Schüler)</b>

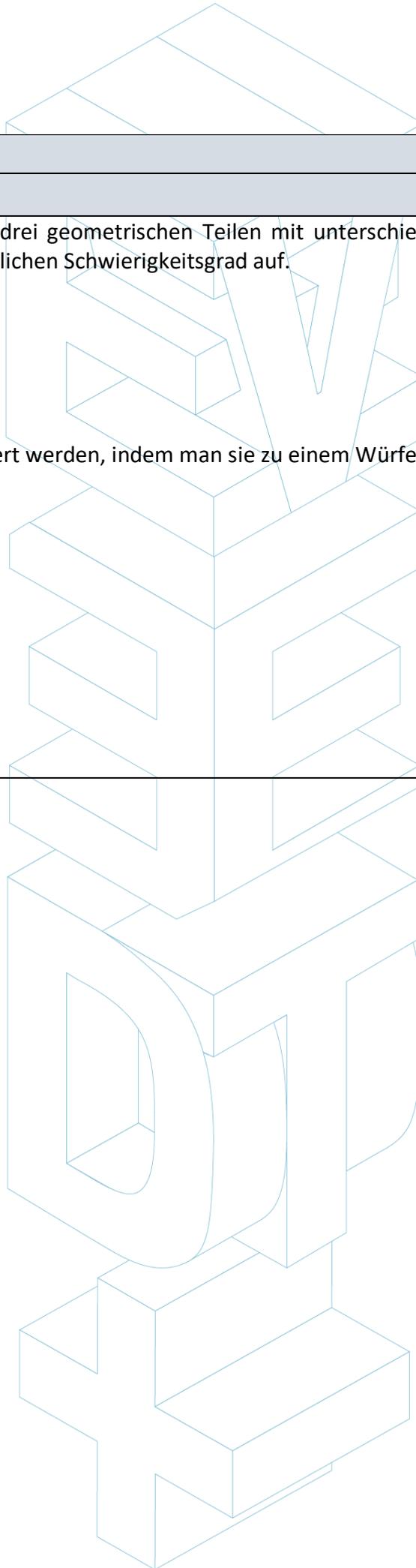
## 2.2 3D Modell

### 2.2.1 Beschreibung

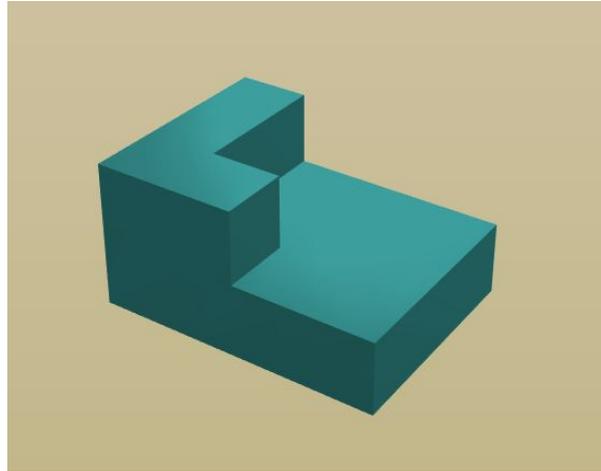
Das Modell besteht aus drei geometrischen Teilen mit unterschiedlicher Form. Die Formen weisen einen unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad auf.

- Teil 1, einfach
- Teil 2, mittel
- Teil 3, schwer

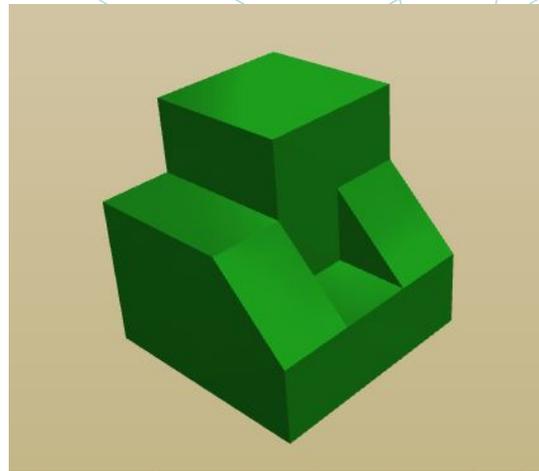
Diese Teile können gelagert werden, indem man sie zu einem Würfel zusammenfügt.



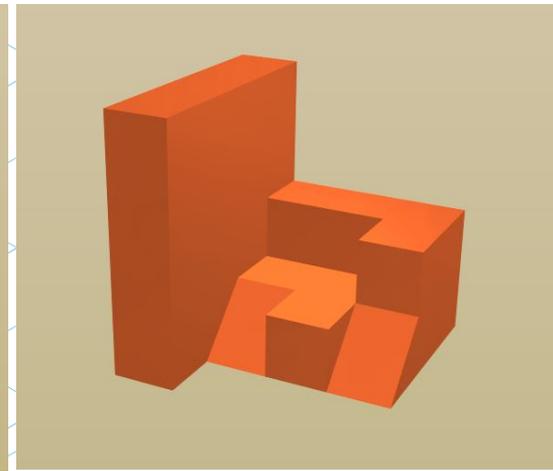
**2.2.2 Zeichnungen des 3D-Modells.** (Fügen Sie eine technische Zeichnung oder eine Skizze ein. Verwenden Sie so viele Seiten wie nötig.)



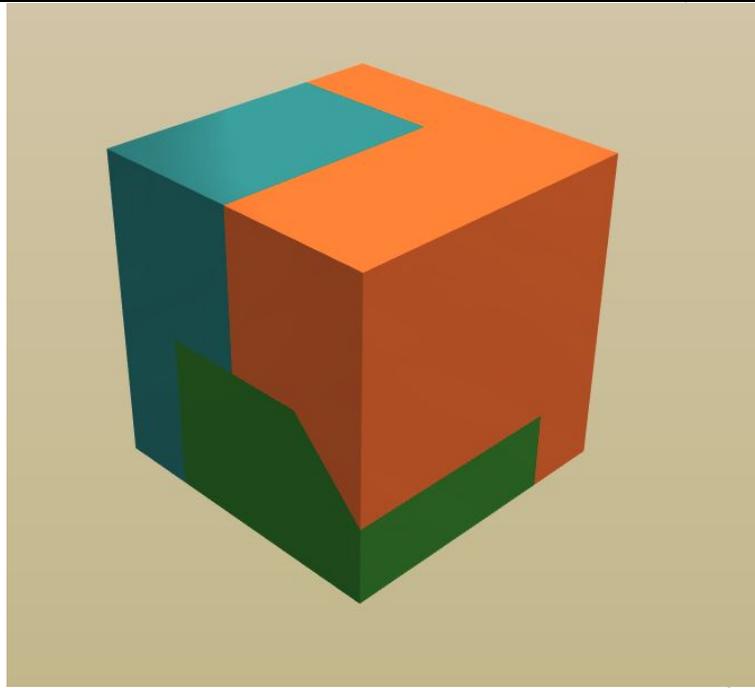
**Teil 1**



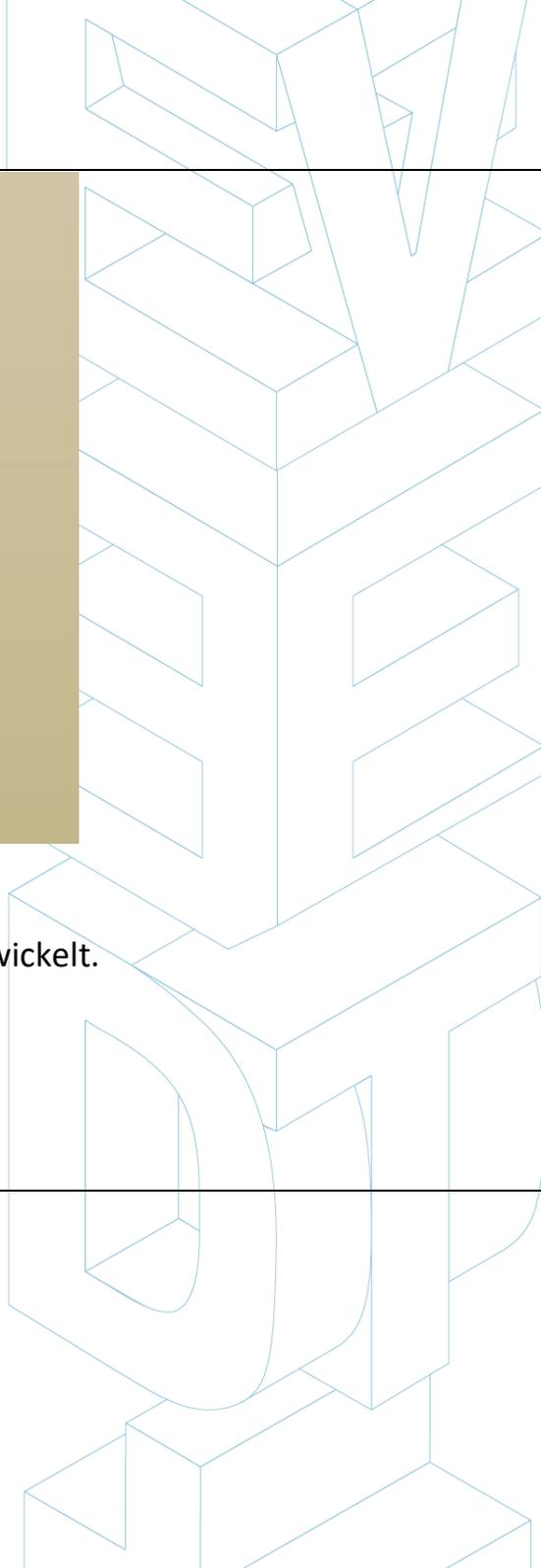
**Teil 2**



**Teil 3**

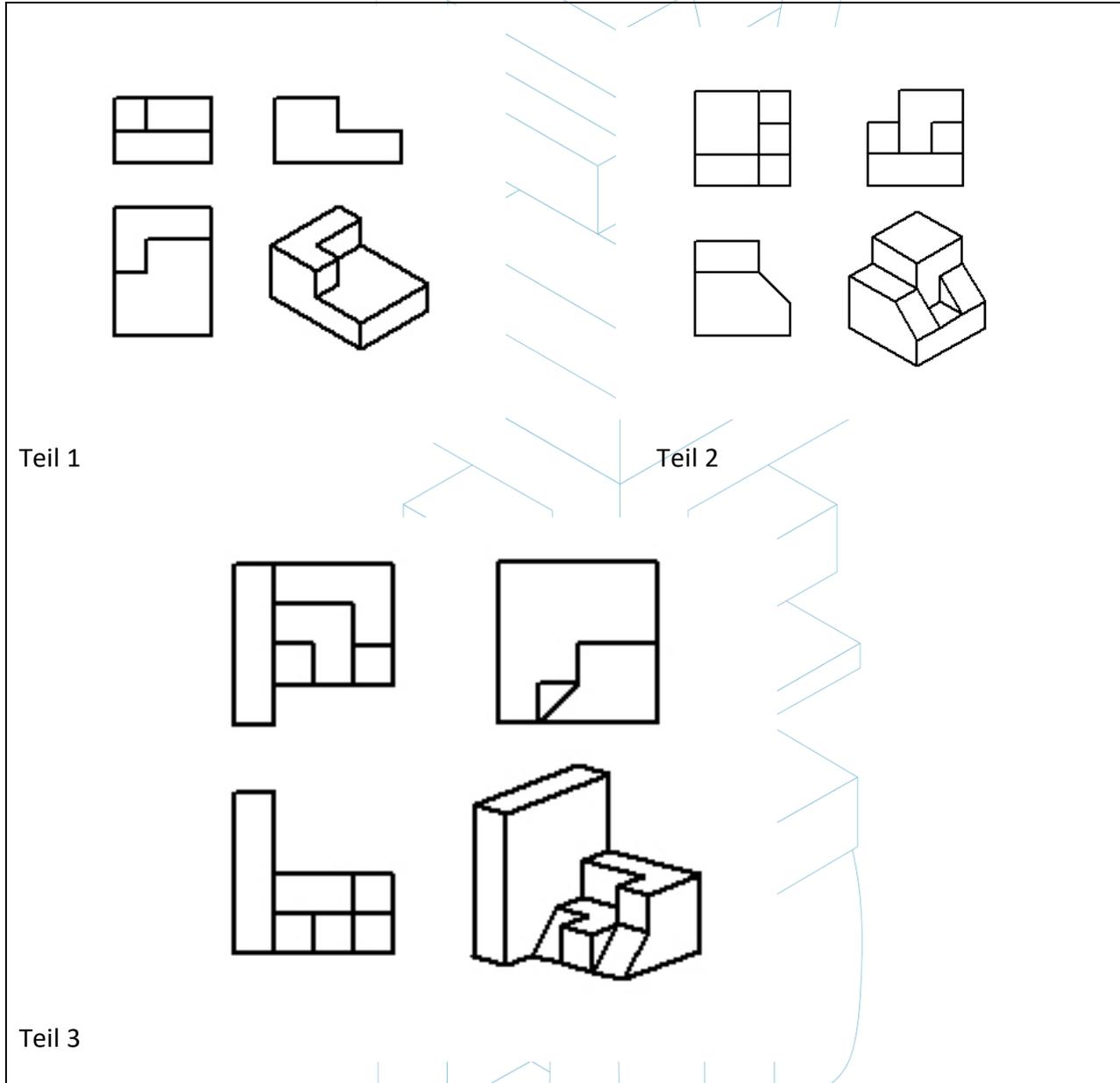


Teile zusammengesteckt  
Das Modell wurde von Markers Leopoly entwickelt.



## 2.2.3 Zusätzliches Material für eine bessere Anschaulichkeit.

Auf dieser Seite können Sie Bilder, Links mit zusätzlichen Informationen, Videos, ... einfügen. Wichtig: Für alle hier eingefügten Materialien muss die Quelle angegeben werden.



## 3. UNTERRICHTSVORGABEN

Hier sollen Hinweise gegeben werden, wie das 3D-Modell im Unterricht eingesetzt werden kann. Es soll erklärt werden, welchen Zusatznutzen das Herstellen und der Einsatz des 3D-Modells voraussichtlich haben wird. An dieser Stelle können darüber hinaus weitere Fächer aufgeführt werden, in denen das Modell verwendet werden kann.

**a) Wie kann das 3D-Modell im Unterricht eingesetzt werden?**

Das Modell kann auf unterschiedliche Arten eingesetzt werden. Die Hauptverwendung ist jedoch, den Schülern im ersten Technologieunterricht die Drei-Tafel-Projektion näherzubringen. Die Schüler sollen die Vorderansicht, die Seitenansicht und die Draufsicht des Modells erstellen können.

In nachfolgenden Stunden können die Ansichten wiederholt werden, und es kann sinnvoll sein, eine Bemaßung der Modelle durchzuführen.

Die einzelnen Teile können vom Lehrer im Schwierigkeitsgrad an den Wissensstand der Schüler angepasst werden (sofern der Lehrer über Kenntnis der CAD-Konstruktion verfügt). Darüber hinaus wird vorgeschlagen, dass Studenten der höheren Semester in Ingenieur- oder Technikfächern (wenn sie etwas über CAD-Programme und 3D-Konstruktionen erfahren) ihre eigenen neuen Stücke entwerfen und drucken, mit denen die Studenten der niedrigeren Semester arbeiten können.

## **b) Welche Vorteile bietet der Einsatz des 3D-Modells?**

Der Hauptvorteil dieser Übung besteht darin, dass die Lehrer in der Lage sind, technische Ansichten auf sehr praktische Weise zu unterweisen.

Mit einem wirklich festen Objekt zu arbeiten und es zu manipulieren, führt bei den Schülern auf eine einfachere und unterhaltsamere Weise zu einem besseren Verständnis.

## **c) In welchen weiteren Fächern ist der Einsatz des 3D-Modells denkbar?**

Technologie  
Ingenieurwissenschaft  
Design

## 5. TECHNISCHE ANGABEN ZU DEM 3D-MODELL

Mit diesen technischen Angaben zu der Übung werden die notwendigen Druckparameter für die 3D-Modelle generiert. (Füllung, Orientierung, bzw. Anordnung, Trägermaterial, Dicke der Wand, Schichthöhe, ...)

TECHNISCHE ANGABEN	
Mit welcher 3D-Technologie arbeiten Sie?	FDM
Welchen 3D-Drucker verwenden Sie?	Ultimaker 2
Welches Material wird im Drucker verwendet?	PLA
Welche Farbe soll das Modell haben (ein Teil ist immer einfarbig)?	Grau (irgendeine Farbe, die vorhanden ist)
Welche Größe eignet sich, um es im Unterricht zu einsetzen zu können (mm)?	Teil 1: 80x60x40 Teil 2: 60x60x60 Teil 3: 80x80x80
Müssen die Teile sehr stabil und belastbar sein?	Nein
Sollen die Teile im Klassenzimmer, davor oder danach gedruckt werden?	Davor
Soll das Modell angemalt werden?	nein
Aus wieviel Einzelteilen besteht das Modell?	drei
Welche Art von Verbindung der Einzelteile soll möglich sein? (Schlitz, Clip, verschraubt, ...)	keine
Welche Genauigkeit ist für das Modell erforderlich? Qualität: niedrig, mittel oder hoch.	mittel

## Bilder des Druckvorgangs der Übung "Technisches Zeichnen – Ansichten"

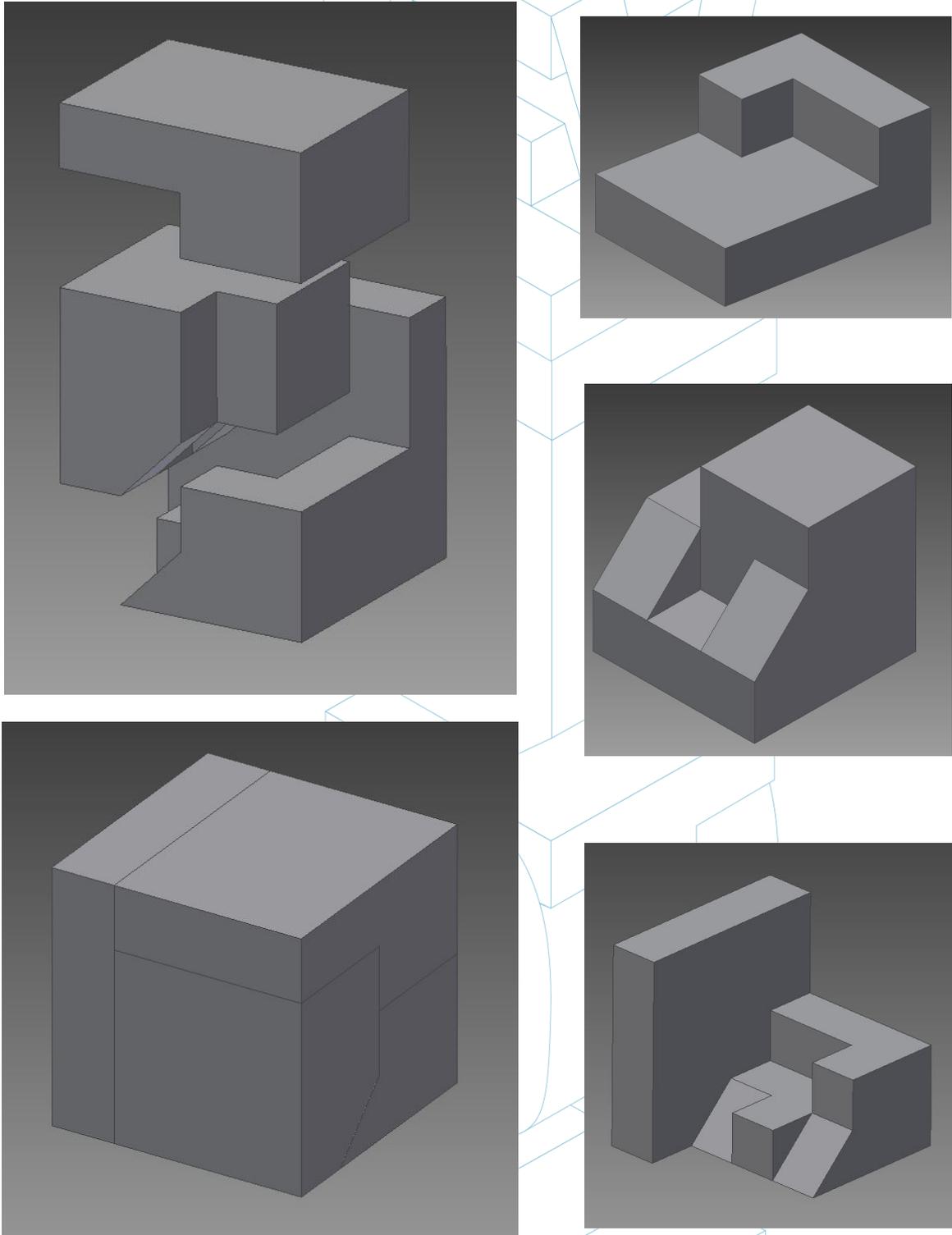
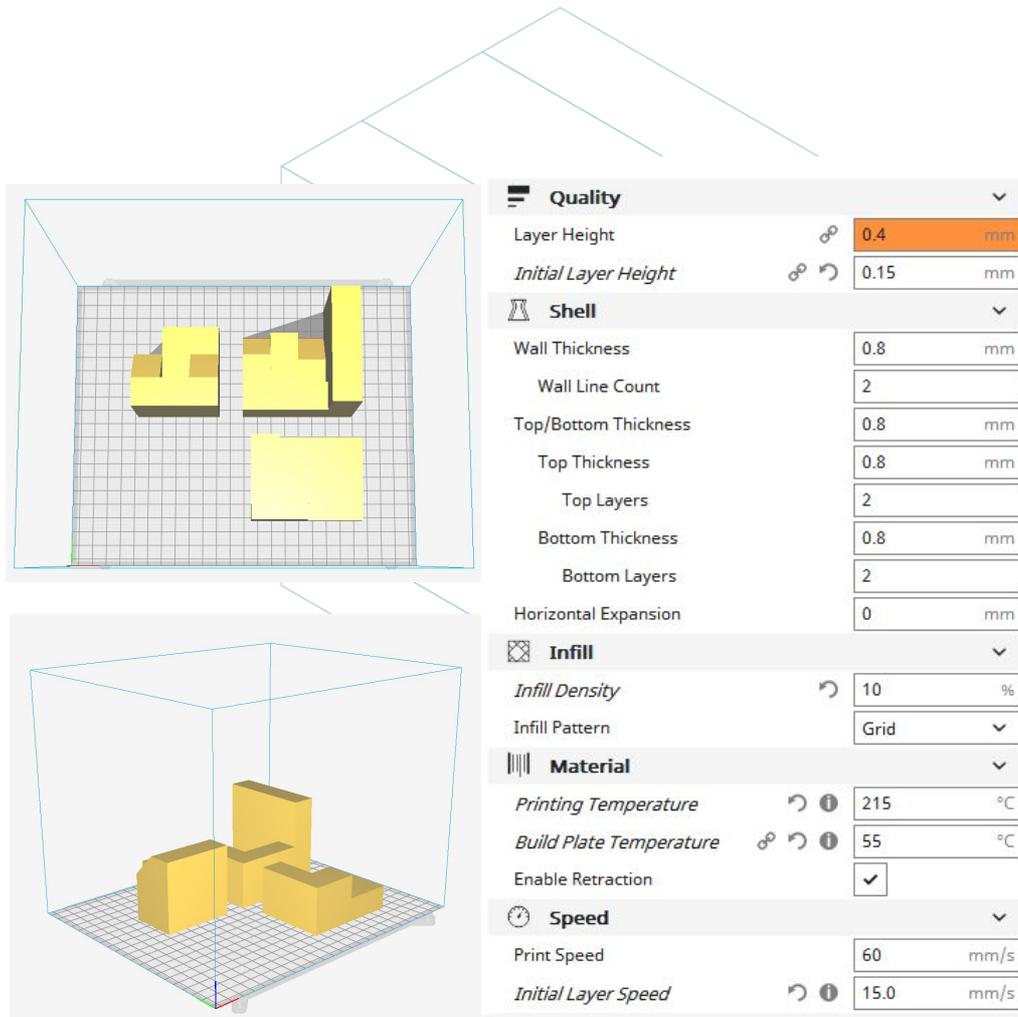


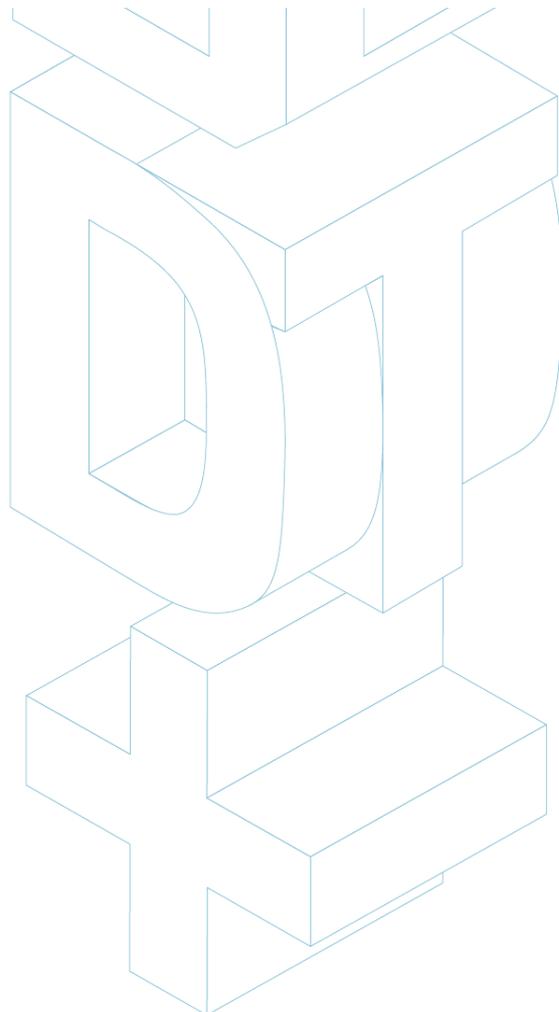
Abbildung 3: Design des 3D Modells. Technisches Zeichnen.



The image shows a 3D printing software interface. On the left, there are two 3D views of a yellow object: a top-down view and a perspective view. On the right, there is a settings panel with the following sections and parameters:

Quality	
Layer Height	0.4 mm
Initial Layer Height	0.15 mm
Shell	
Wall Thickness	0.8 mm
Wall Line Count	2
Top/Bottom Thickness	0.8 mm
Top Thickness	0.8 mm
Top Layers	2
Bottom Thickness	0.8 mm
Bottom Layers	2
Horizontal Expansion	0 mm
Infill	
Infill Density	10 %
Infill Pattern	Grid
Material	
Printing Temperature	215 °C
Build Plate Temperature	55 °C
Enable Retraction	<input checked="" type="checkbox"/>
Speed	
Print Speed	60 mm/s
Initial Layer Speed	15.0 mm/s

Abbildung 4: Druck Parameter des 3D Modells. Technisches Zeichnen.



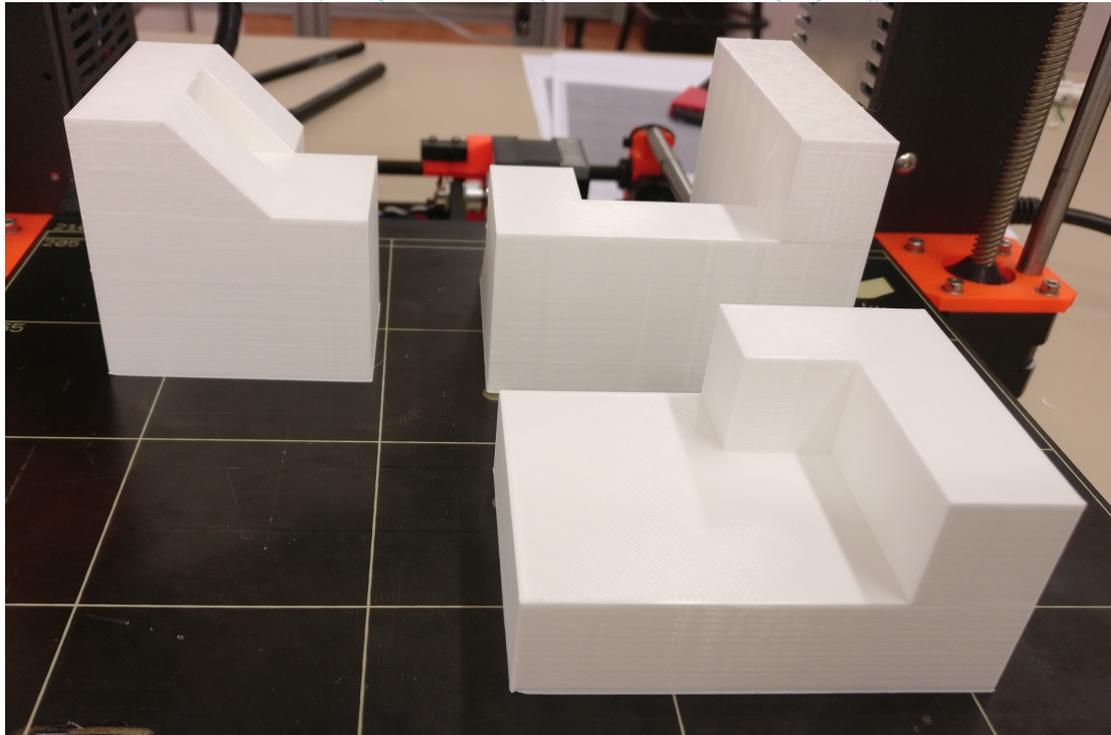


Abbildung 5: 3D Fertiges Modell. Technische Zeichnungen

