

**IO4 – Ein Bericht über das Einbinden des 3D-Drucks in die europäische Aus- und Weiterbildung und die dazugehörigen Hilfsmittel.**

# **04A4 - Evaluierung der Pilotstudie.**



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

ERASMUS3D+VET

ERASMUS+  
3D PRINTING  
VET CENTRES  
ERASMUS3D+

für den Einsatz des 3D-Drucks in beruflichen Bildungseinrichtungen

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

Lizenzierungsrichtlinien

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Teilnehmende Organisationen:



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

CETEM



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."

<b>Output Kennzeichnung</b>	<b>O4</b>
<b>Output Titel</b>	<b>IO4 – Ein Bericht über das Einbinden des 3D-Drucks in die europäische Aus- und Weiterbildung und die dazugehörigen Hilfsmittel.</b>
<b>Output Beschreibung</b>	<b>O4 – A4. Evaluierung der Pilotstudie.</b>
<b>Version</b>	<b>V3</b>

- O4A4 -

## Evaluierung der Pilotstudie.

### INHALTSVERZEICHNIS

<i>Einleitung</i> .....	5
<b>1. Allgemeine Informationen über die Testphase</b> .....	6
Am Pilotprojekt beteiligte Schulen .....	6
Am Pilotprojekt beteiligte Klassen .....	7
Am Pilotprojekt beteiligte Lehrer und Schüler .....	8
Zeitraum, in dem der Pilotversuch durchgeführt wurde .....	9
<b>2. Organisation des Pilotprojekts</b> .....	9
VERSUCHSPILOT IN DEUTSCHLAND.....	10
VERSUCHSPILOT IN ITALIEN .....	17
<b>3. Quantitative und qualitative Ergebnisse</b> .....	29
Ergebnisse aus Fragebögen zur Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler .....	29
Ergebnisse aus Fragebögen zur Selbsteinschätzung der Lehrerinnen und Lehrer .....	40
<b>Fazit</b> .....	55

## Einführung

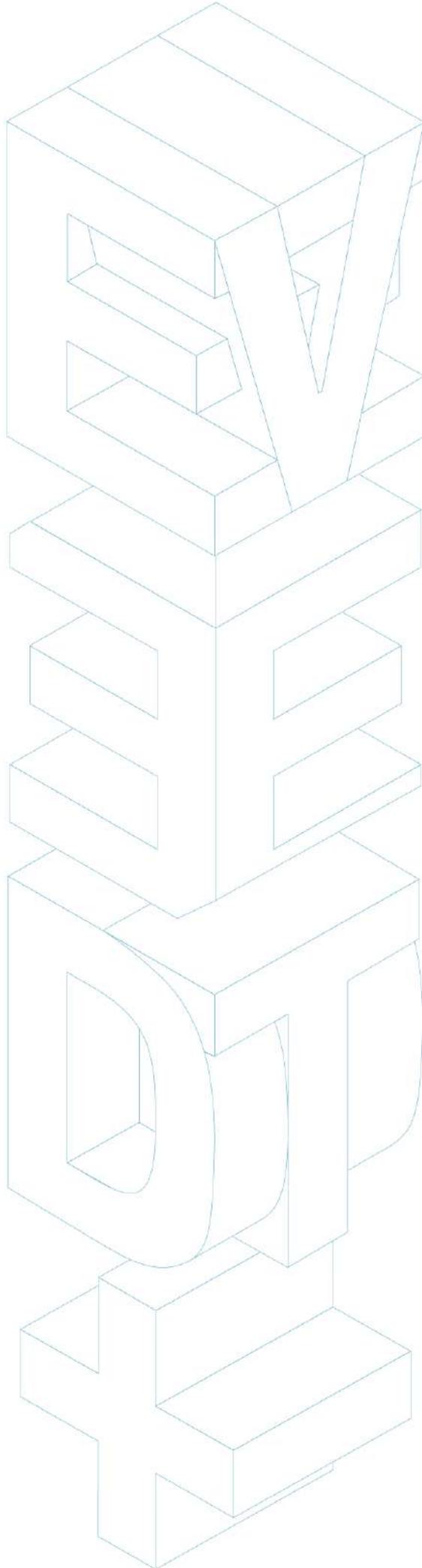
Dieser Bericht gibt einen vollständigen Überblick über die Pilotstudie des E3D+VET Projekts in den Ländern: Italien und Deutschland.

Der Bericht zeigt die Ergebnisse des Pilotprojekts und seine Auswirkungen auf Lehrer, Schüler und Berufsbildungszentren. Es gibt auch eine Rückmeldung zu den früheren Ergebnissen (IOs) und so ermöglicht es dem Partner, eventuelle Schwierigkeiten mit den entwickelten Lehrmitteln zu erkennen und falls nötig zu verbessern.

Dieses Dokument enthält insbesondere quantitative und qualitative Daten, eine klare Beschreibung, wie der Test organisiert und durchgeführt wurde, sowie eine Beschreibung der während dieser Testphase erstellten, verwendeten und getesteten Hilfsmittel.

Dank des Pilotprojekts war es möglich zu verstehen, ob das Projekt in all seinen Aspekten funktionsfähig ist, auf welche Weise die 3D-Drucktechnologie in den europäischen Berufsbildungsinstituten implementiert werden kann, wie das aktuelle Szenario zur Nutzung des 3D-Drucks aussieht und welche zukünftigen Entwicklungen im Lehrprozess entsprechend der Nutzung der neuen Technologien möglich sind.

Die Pilotphase war auch dank der Zusammenarbeit mehrerer europäischer Schulen und Vereinigungen möglich, die die neue Methodik und die von den Partnern entwickelten Instrumente zum ersten Mal zu testen.



## 1. Allgemeine Informationen über die Testphase

### An dem Pilotprojekt beteiligte Schulen

Während der Testphase des E3D+VET-Projekts waren drei Schulen und ein Verein beteiligt, der mit behinderten Schülern und Menschen mit spezifische Lernschwierigkeiten arbeitet.

Die Auswahl der Schulen hängt sowohl von der Art des Vorhabens als auch von den Partnern ab, die bei der Erprobung der erstellten Instrumente die volle Unterstützung gegeben haben.

Die beteiligten Schulen und der Verein sind im Einzelnen die folgenden:

- **Ludwig-Erhard-Schule Karlsruhe**

**Adresse:** Englerstraße 12 - 76131 Karlsruhe

**Website:** <http://www.les-ka.de>

**Land:** Germany

- **Carl-Hofer-Schule Karlsruhe**

**Adresse:** Adlerstr. 29 - 76133 Karlsruhe

**Website:** <https://www.carl-hofer-schule.de>

**Land:** Germany

- **Istituto Tecnico ed Economico per il Turismo Pio La Torre**

**Adresse:** Via Nina Siciliana, 22, 90135 Palermo PA

**Website:** <https://www.iisspiolatorre.edu.it/>

**Land:** Italy

- **Si.da Associazione psicoeducativa di Daniela Leto e Simona Valenti**

**Adresse:** Piazza stazione San Lorenzo 16 a Palermo

**Website:** <https://www.facebook.com/www.danielaleto.it/>

**Land:** Italy

## Am Pilotprojekt beteiligte Klassen

Im Allgemeinen besteht die Zielgruppe des E3D+VET-Projekts aus Berufsschulen, Studenten, Lehrern, Pädagogen usw..

In Italien wurde der Test in einer ersten Phase des Pilotprojekts in den Klassen der oberen Sekundarstufe mit Schülerinnen und Schülern im Alter von 13 bis 15 Jahren durchgeführt, die das Fachinstitut für Kunst besuchen und mit Lehrerinnen und Lehrer des selben Berufsbildungsinstituts.

In einem zweiten Durchgang wurde die Testphase mit Schülern im Alter von 12-16 Jahren mit spezifischen Lernschwierigkeiten durchgeführt, die in dem psychopädagogischen Verein sind, um ihre Fähigkeiten zu verbessern, sowie mit einigen Pädagogen des Vereins. Diese Phase bot ganz andere Möglichkeiten die Lehrmittel zu testen.

In den deutschen Berufsschulen wurde die Pilotphase mit Schülern im Alter von 15-20 Jahren und Lehrern durchgeführt. Zwei Klassen erlernen den Beruf des medizinischen Assistenten. Die Schülerinnen und Schüler sind seit etwa einem Jahr in der Ausbildung. Sie sind an zwei Tage pro Woche in der Schule, an drei Tage pro Woche in einer Arztpraxis. In zwei Klassen sind angehende Mediengestalter. Die Schülerinnen und Schüler sind ebenso seit etwa einem Jahr in der Ausbildung. Sie sind zwei Tage pro Woche in der Schule, drei Tage pro Woche in einem Unternehmen.

Diese Klassen wurden ausgewählt, weil die geplanten und entworfenen 3D-Modelle und Übungen in direktem Bezug zu den Lehrplänen der europäischen Schulen und Ausbildungsberufen stehen.

## Am Pilotprojekt beteiligte Lehrer und Schüler

Während des Pilotprojekts waren 17 Mitglieder des Ausbildungspersonals, insbesondere Lehrer und Erzieher, beteiligt. Insbesondere waren 6 deutsche Lehrer (3 aus jeder Schule), 8 italienische Lehrer, die in den Bereichen Computer, Technologie, Chemie, Geometrie, Wissenschaft, Marketing, Grafik und professionelle Techniken der öffentlichen Verwaltung unterrichten, und 3 Pädagogen des Si.da-Verbandes beteiligt.

Es war wichtig, eine so große Vielfalt an Lehrern zu haben, um von unterschiedlichen Seiten Ergebnisse zu erhalten. So war es zum Beispiel möglich, die durchgeführten Übungen aus der Interdisziplinarität des Faches, aus technischer und nicht-technischer Sicht, zu bewerten.

Es waren insgesamt 111 Schülerinnen und Schüler der Berufsbildungseinrichtung beteiligt.

- 81 Schülerinnen und Schüler von deutschen Schulen:
  1. D2MT1 (Mediengestalter, Carl-Hofer-Schule):  
18 Schülerinnen und Schüler
  2. D2MT2 (Mediengestalter, Carl-Hofer-Schule):  
18 Schülerinnen und Schüler
  3. 1MF3 (medizinischen Assistenten Ludwig-Erhard-Schule):  
20 Schülerinnen und Schüler
  4. 2MF5 (medizinischen Assistenten Ludwig-Erhard-Schule):  
25 Schülerinnen und Schüler
- 20 Schülerinnen und Schüler vom Tecnico ed Economico per il Turismo Pio La Torre (Italien)
- 10 Schülerinnen und Schüler vom Si.da association (Italien)

## Zeitraum, in dem der Pilotversuch durchgeführt wurde

Der Zeitraum, in dem die Testphase des E3D+VET-Projekts durchgeführt wurde, wurde in das Schuljahr jeder am Projekt teilnehmenden Schule integriert.

Für die italienische Berufsschule "Istituto Tecnico ed Economico per il Turismo Pio La Torre" begann der Test in Absprache mit den am Pilotprojekt beteiligten Lehrern während des Schuljahres "2019-2020" von Anfang November 2019 bis Ende desselben Monats. So wurden die Aktivitäten in den jährlichen Stoffverteilungsplan zu integrieren.

Für die deutschen Berufsschulen fand das Pilotprojekt vom 28. November bis zum 11. Dezember 2019. Die Begründung entspricht der der italienischen Schule.

## 1. Organisation des Pilotprojekts

Das Pilotprojekt wurde nach einer gemeinsam erarbeiteten Vorgehensweise in allen Schulen und Einrichtungen organisiert. Diese Methodik trägt den Titel "Definition der Vorgehensweise bei Piloten" und wurde zu Beginn der Pilotphase an Lehrer und Pädagogen weitergegeben, damit sie einige formale und nicht-formale Techniken aneignen konnten, um den Unterricht mit den neu erstellten Lehrmitteln optimal durchzuführen.

Während des Pilotprojekts erprobten Lehrer und Schüler eine Menge verschiedener Werkzeuge. Diese Hilfsmittel und Verfahren steigerten die Fähigkeiten und Kenntnisse der Schülerin bzw. des Schülers und hielten gleichzeitig die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler hoch.

Zusätzlich zu den herkömmlichen Methoden mussten die Lehrerinnen und Lehrer mit digitalen Materialien interagieren, um die Übung durchzuführen und die Testphase abzuschließen.

Der Leitfaden "O1 - A1. Transfer von Wissen über die Grundlagen von 3D-Drucktechniken an die Lehrkräfte in der Berufsbildung", nahm in dieser Phase eine wichtige Rolle ein, da er die Fachkenntnisse, das technische Wissen an die Lehrer oder Mitarbeiter, weitergeben konnte.

Ein weiteres wichtiges Instrument, das in der Testphase von Bedeutung war, ist die Netzwerk-Community-Plattform. Das Ziel dieser Plattform ist die Entwicklung einer Web-Community für 3D-Druckfachleute und Personen aus dem Bildungsbereich. Die Plattform ist ein Open-Source-Werkzeug, der Benutzer kann einige Übungen herunterladen und mit anderen Übungen dazu beitragen, die Web-Bibliothek zu aktualisieren und zu bereichern. Die Übungen sind in verschiedene Kategorien unterteilt, wie: Thema, Druckschwierigkeiten, Materialien, usw.

Die Plattform kann über den folgenden Link erreicht werden:

<https://app.e3dplusvet.eu/it/exercises/>

## VERSUCHSPILOT IN DEUTSCHLAND

Das Pilotprojekt in deutschen Schulen wurde in 5 verschiedenen Schritten durchgeführt:

**Erster Schritt** (2 bis 3 Stunden von jeweils 45 Minuten):

In einem ersten Schritt füllten sowohl die Schülerinnen und Schüler als auch die Lehrerinnen und Lehrer vor dem Pilotversuch den Fragebogen zur Selbsteinschätzung aus, um das bereits vorhandene Wissen der betreffenden Zielgruppe zu ermitteln. In einem zweiten Schritt führten die Lehrerinnen und Lehrer einige im IO1 des E3D+VET-Projekts entwickelte Übungen in ihren täglichen Schulunterricht ein.

Alle getesteten Modelle wurden im Vorfeld von den am Projekt beteiligten Partnern CETEM und SEMKA gedruckt.

Die getesteten Übungen waren:

- Kopflaus  
<https://app.e3dplusvet.eu/exercises/head-lice-2/>
- Befruchtung der Eizelle und Reifung  
<https://app.e3dplusvet.eu/exercises/fertilization-of-the-ovum-and-maturation-2/>
- Kreisgrabenanlage von Goseck und die Himmelscheibe von Nebra -  
<https://app.e3dplusvet.eu/exercises/time-neolithic-goseck-circle-and-nebra-sky-disk/>

**Zweiter Schritt** (2 bis 3 Stunden von jeweils 45 Minuten):

In einem zweiten Schritt wurden die Lehrer, die an der Testphase teilnahmen, in der Anwendung des 3D-Drucks geschult. Diese Ausbildung wurde durch die in IO1 und IO4 entwickelten Materialien unterstützt. Insbesondere wurde den Lehrern ein Leitfaden zur Verfügung gestellt und einigen

digitalen Medien wie Videos und Powerpoints. Diese Materialien sollten es ihnen ermöglichen, das Thema auf technischer Ebene besser zu verstehen und 3D zu drucken.

### **Dritter Schritt** (4 Stunden von jeweils 45 Minuten):

Während dieser Phase fand die Ausbildung der Schüler bei SEMKA in den Einrichtungen der Carl-Hofer-Schule statt. Es wurde eine Einführung in den 3D-Druck für die vier Schulklassen geben. Sie lernten, wie der 3D-Druck funktioniert und welche Schritte von einer Idee bis zu einem gedruckten Objekt notwendig sind.

Durch die Verwendung verschiedener 3D-Modelle von mehreren Unternehmen erhielten die Schülerinnen und Schüler eine Vorstellung davon, wie wichtig die neue Technologie für ihre zukünftigen Arbeitsplätze ist.

Nach den Schulungen füllten die Studenten die Umfrage "Studentische Selbsteinschätzung nach den Piloten" aus.

### **Vierter Schritt** (2 bis Stunden von jeweils 45 Minuten, Hausaufgabe):

Um zu prüfen und zu verstehen, ob die entwickelte Methodik und die Werkzeuge nützlich waren, baten die Mitarbeiter von SEMKA die Lehrer, neue Ideen (Übungen) zu entwickeln, die mit 3D-Technologie gedruckt und in die Stoffverteilungspläne ihrer Schulen aufgenommen werden sollten.

Insgesamt haben die deutschen LehrerInnen 3 neue Übungen entwickelt:

- Tierische Zelle (Biologie) - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/variability-of-cell-structure-using-the-example-of-an-animal-cell-1/>

- Körper in der "Geometrie des Architekturbüros" (Mathematik) - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/compound-bodies-in-the-architects-office/>

- Darstellung der Hauptsünde "Hochmut, Eitelkeit, Stolz" (Superbia) als Teil der sieben Hauptsünden (Religion) - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/presentation-of-the-principal-sin-pride-vanity-pride-superbia-as-part-of-the-seven-main-sins/>

### **Fünfter Schritt** (30 Minuten):

Der letzte Schritt des Pilotprojekts betraf die Erfassung des abschließenden Fragebogens zur Selbsteinschätzung durch die LehrerInnen, um zu verstehen, ob die Testphase und die Ergebnisse zufriedenstellend waren oder ob sie Verbesserungen erforderten und ob das vermittelte Wissen wahrgenommen und erworben wurde.

## BILDER DER TESTPHASE IN DEUTSCHLAND



Abb. 1 – Lehrerin gibt technische Erklärungen zum 3D-Druck.



Abb. 2 – 3D gedruckte Modelle.



Fig. 3 – Schülerinnen und Schüler, die die Übungen testen.



Fig. 4 – Schülerinnen und Schüler, die mit der 3D-Modellsoftware arbeiten.



Fig. 5 – Schülerinnen und Schüler, die die Übungen testen.



Fig. 6 – Schülerinnen und Schüler, die mit der 3D-Modellsoftware experimentieren.



Fig. 7 - Lehrer, der technische Informationen über das Drucken in 3D erklärt.

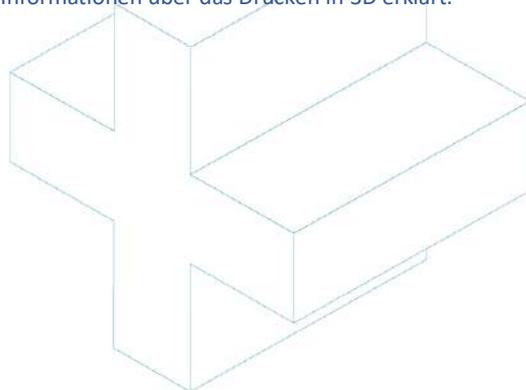




Fig. 8 – Schülerinnen und Schüler, die mit der E3D+VET-Plattform experimentieren.



Fig. 9 – Schülerinnen und Schüler, die mit den E3D+VET-Übungen experimentieren.

## VERSUCHSPILOT IN ITALIEN

Das Pilotprojekt in Italien wurde in 4 verschiedenen Sitzungen in der Schule mit IISS Pio La Torre und in zwei Sitzungen im Verein Si.da durchgeführt.

### Testpilot in der IISS-Pio-La-Torre-Schule

Das Pilotprojekt wurde an 4 verschiedenen Nachmittagen an der IISS Pio La Torre Schule durchgeführt.

Die Sitzungen wurden wie folgt geplant:

**Erste Sitzung (4 Stunden)** – Zu Beginn beteiligten die Projektleiter des CEIPES nur Lehrer. Sie erklärten ihnen die Hauptziele des E3D+VET-Projekts und einige grundlegende Inhalte über das Drucken in 3D. Dies war möglich dank Videos und Folienpräsentationen, die Partner während der Durchführung des Projekts entwickelt hatten. So konnten im Vorfeld alle Zweifel, die die LehrerInnen hatten, ausgeräumt werden und Fragen geklärt werden.

Es ist wichtig zu betonen, dass die an der Testphase beteiligten Lehrerinnen und Lehrer bereits über einige Fähigkeiten im Bereich des 3D-Drucks verfügten, da die Partner ihnen dank des technischen Leitfadens, der im IO1 des Projekts entwickelt wurde, einige Vorstellungen über den 3D-Druck weitergegeben haben.

Darüber hinaus verteilten CEIPES in dieser ersten Phase die Fragebögen zur Selbstevaluierung vor Beginn des Pilotprojekts. Diese Instrumente waren wichtig, um während der gesamten Testphase die Zusammenfassung der erwarteten und erzielten Ergebnisse zu erhalten.

**Zweite Sitzung (4 Stunden)** – An diesem Tag haben die Mitarbeiter von CEIPES neben den Berufsschullehrern auch die Berufsschülerinnen und -schüler einbezogen. Während dieser Zeit wurden zahlreiche nicht-formale Bildungsaktivitäten durchgeführt. Die Schülerinnen und Schüler wurden zusammen mit den Lehrerinnen und Lehrern in Gruppen eingeteilt, und durch einige Brainstorming- und Mental Map-Aktivitäten baten die CEIPES-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter die Schülerinnen und Schüler, die Erstellung und den produktiven Prozess eines gedruckten 3D-Modells zusammenzufassen.

Diese Art von Aktivitäten waren sehr wichtig, sowohl um während der Pilotveranstaltungen ein solides Teambuilding unter den Schülern und Lehrern zu schaffen, als auch um den Schülern das Wissen über den 3D-Druck zu vermitteln und auch um bereits vorhandenes Wissen in ihnen zu identifizieren.

In dieser Sitzung verteilten die Projektleiter des CEIPES auch erste Fragebögen zur Selbstevaluierung an die Schülerinnen und Schüler.

**Dritte Sitzung (4 Stunden)** - Im dritten Teil des Pilotprojekts testeten Schüler und Lehrer die Übungen, die ihnen vom Partner vorgegeben wurden. Die Lehrerinnen und Lehrer führten einige Lektionen durch, indem sie mit den Modellen interagierten und mit multisensorischen Techniken erprobt haben.

Die italienische Schule testete insbesondere die folgenden Übungen:

- Zusammengesetzte Teile - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/assembled-pieces-3/>
- Pyramiden - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/pyramids-2/>
- EU Grenzen - <https://app.e3dplusvet.eu/it/exercises/eu-borders/>
- Fibonacci-Spirale - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/fibonaccis-spiral/>
- Auto\_4\_Mobil - [https://app.e3dplusvet.eu/exercises/car\\_4\\_mobile/](https://app.e3dplusvet.eu/exercises/car_4_mobile/)
- Gleichgewichtssystem - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/balance-system/>
- Windturbine - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/wind-turbine/>
- Überprüfung der Koordinaten - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/coordinates-verification/>
- Das archimedische Prinzip - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/archimedes-principle/>
- Chemische Formulierung in 2D - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/2d-chemical-formulation/>
- 3D-Chemische Zusammensetzung - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/3d-chemical-formulation/>
- Einfache Strukturen Verbindungen - <https://app.e3dplusvet.eu/exercises/simple-structures-connections/>

Nicht nur die Schülerinnen und Schüler, sondern auch die Lehrerinnen und Lehrer gaben ein beachtliches Feedback und sahen in der Praxis die möglichen Vorteile, die das Experimentieren mit diesen Materialien hat.

Darüber hinaus zeigten die CEIPES-Projektleiter in einer zweiten Phase, welche die wichtigsten Schritte zum Drucken in 3D sind (1 - die Erstellung des 3D-Modells, 2 - der Export im STL-Format, 3 - die Erzeugung des G-Codes, 4 - die Erstellung des 3D-Druckobjekts).

Nach der Pilotphase wurde der Fragebogen zur Selbsteinschätzung an die Schülerinnen und Schüler ausgehändigt, um das Feedback zu dem durchgeführten Pilotprojekt zu sammeln.

**Vierte Sitzung (4 Stunden)** – In dieser letzten Phase waren nur noch Lehrer beteiligt. Die CEIPES-Mitarbeiter erklärten ihnen die Methodik zur Erstellung neuer Übungen, die auf die vom Partner entwickelte Web-Plattform hochgeladen werden sollten.

Diese Phase war sehr angenehm und aufregend, weil die Lehrer uns ihr Feedback zusammen mit vielen neuen Ideen gaben. Insgesamt haben die Italienischlehrerinnen und -lehrer 5 neue Übungen entwickelt:

- Die tierische Zelle – (Biologie) -

<https://app.e3dplusvet.eu/exercises/discover-the-animal-cell/>

- Ein Design-Bücherregal – (Design) -

<https://app.e3dplusvet.eu/exercises/a-module-of-a-library/>

- Die VSEPR-Molekulartheorie Valenzschalen-Elektronenpaar-Abstoßung – (Chemie) -

<https://app.e3dplusvet.eu/exercises/the-shape-of-molecules/>

- Eine Übung in Geometrie mit Flächen und Körpern – (Geometrie) -

<https://app.e3dplusvet.eu/exercises/from-the-point-to-the-three-dimensional-space/>

- Die platonischen Körper – (Geometrie) -

<https://app.e3dplusvet.eu/exercises/platonic-solids/>

Diese Übungen wurden in Anlehnung an die "Methodik zur Erstellung neuer didaktischer 3D-Druckentwürfe" entwickelt, die aus den folgenden Punkten besteht:

- Einige Informationen über die additive Herstellung.
- Vorteile der Verwendung von 3D-Druck im Klassenzimmer.
- Wie man eine 3D-Übung definiert?

Am Ende wurden den Lehrern abschließende Fragebögen zur Selbsteinschätzung ausgehändigt, die sie ausfüllten, um auch ihren Standpunkt zu der durchgeführten Pilotphase zu erfassen. Darüber hinaus haben sich die Lehrerinnen und Lehrer auf der E3D+VET-Plattform registriert und ihre ersten Erfahrungen über den Forenbereich ausgetauscht.

Um mehr über die italienische Pilotphase zu erfahren, können Sie auf den folgenden Link klicken <https://www.facebook.com/CEIPES/videos/3243383795732141/> und sehen Sie sich das Video an.

## **Test im Verband Si.da.**

Das Pilotprojekt im Verien Si.da wurde in zwei Sitzungen entwickelt.

Si.da, ist kein assoziierter Partner des Projekts, aber sie wollten die Lehrmittel und die Übungen mit ihren Schülerinnen und Schülern mit speziellen Lernschwierigkeiten testen.

Der Bedarf entstand, weil die Mitarbeiter von Si.da sehen wollten, ob es möglich ist, einige Übungen zu entwickeln, um den Lernprozess ihrer Schüler mit speziellen Lernschwierigkeiten zu unterstützen und diesen Prozess so einfach und schnell wie möglich zu gestalten.

Am ersten Tag stellten die CEIPES-Mitarbeiter den Schülern und Pädagogen das E3D+VET-Projekt vor und gaben ihnen einige Grundbegriffe zur Verwendung des 3D-Drucks mit auf den Weg.

Danach wurden alle Projektmaterialien vorgestellt, einschließlich der Web-Plattform, auf der die Ausbilder die Möglichkeit hatten, sich zu registrieren, Übungen, die mit der 3D-Drucktechnologie entwickelt wurden, herunter- und hochzuladen.

Am zweiten Tag wurden die Übungen getestet. Die Pädagogen führten kurze Lehrstunden durch, in denen sie die Lernziele jedes Modells erklärten und die tatsächliche Effizienz der Materialien praktisch erprobten.

Alle Rückmeldungen wurden durch die Fragebögen zur anfänglichen und abschließenden Selbstbewertung gesammelt.

## BILDER DER TESTPHASE IN ITALIEN

PIO LA TORRE SCHOOL



Abb. 1 Schülerinnen und Schüler, die mit den E3D+VET-Übungen experimentieren.

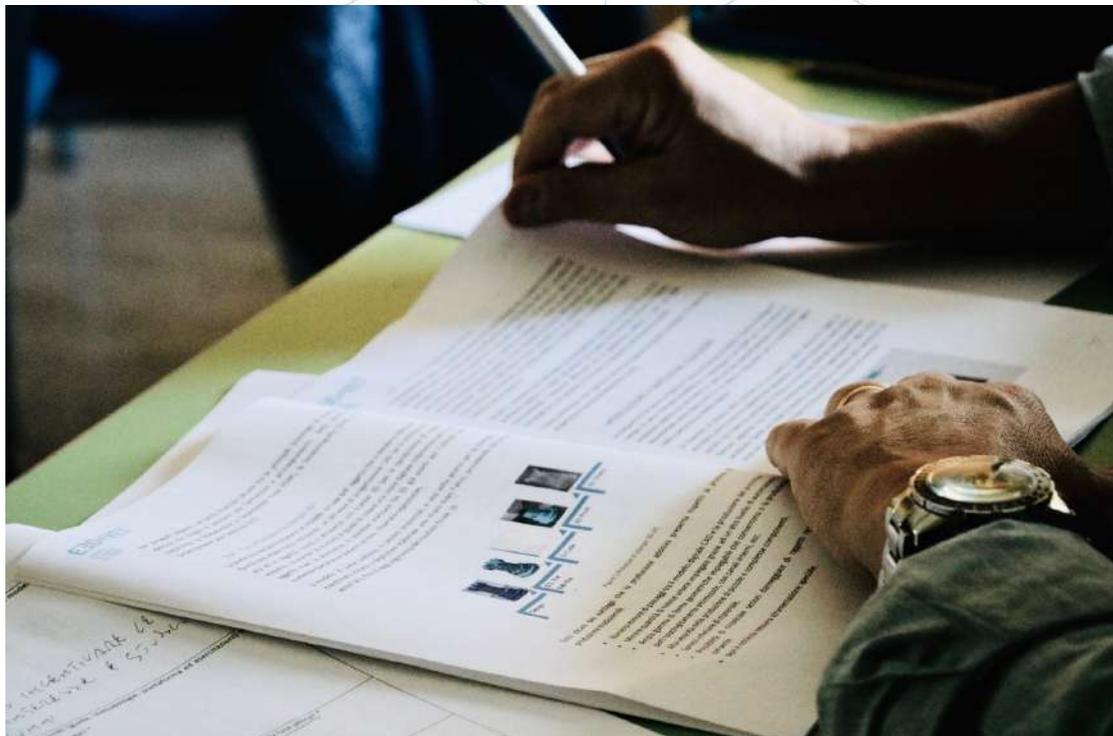


Abb. 2 – Lehrerinnen und Lehrer, die mit dem Leitfaden zum Drucken in 3D arbeiten (IO1).



Abb. 3 – CEIPES-Mitarbeiter, die erklären, wie ein 3D-Drucker funktioniert.



Abb. 4 – SchülerInnen und LehrerInnen, die mit nicht-formalen Techniken arbeiten..



Abb. 5 – Schülerinnen und Schüler, die E3D+VET-Übungen testen..



Abb. 6 – CEIPES-Mitarbeiter, die erklären, wie eine G-Code-Software funktioniert.

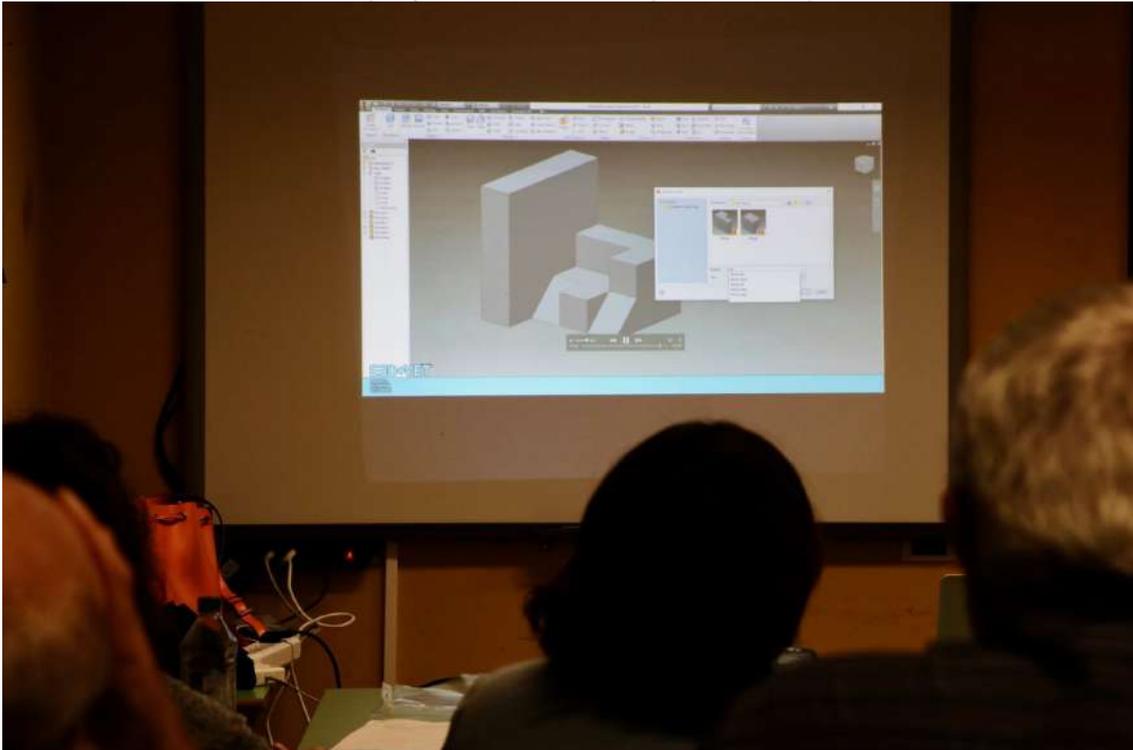


Abb. 7 – Mitarbeiter des CEIPES, die den Lehrern erklären, wie eine 3D-Modellsoftware funktioniert.



Abb. 8 – Lehrerinnen und Lehrer, die Unterricht mit den E3D+VET-Modellen durchführen.

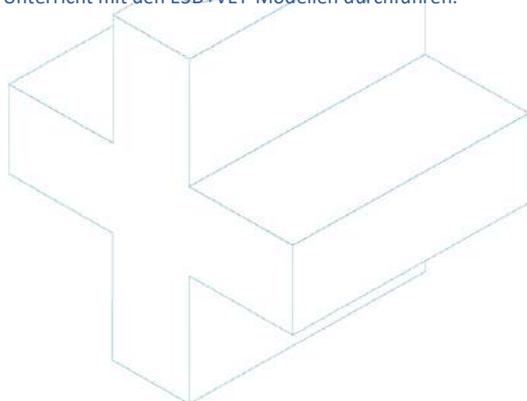




Abb. 9 – Students and teachers that are experimenting with non-formal techniques.



Abb. 10 – SchülerInnen und LehrerInnen, die E3D+VET-Übungen anwenden.



Abb. 11 – CEIPES-Mitarbeiter, die erklären, wie ein 3D-Drucker (nicht-formal) funktioniert.

## SI.DA Verein



Abb. 1 – CEIPES-Mitarbeiter, die erklären, wie ein 3D-Drucker funktioniert.



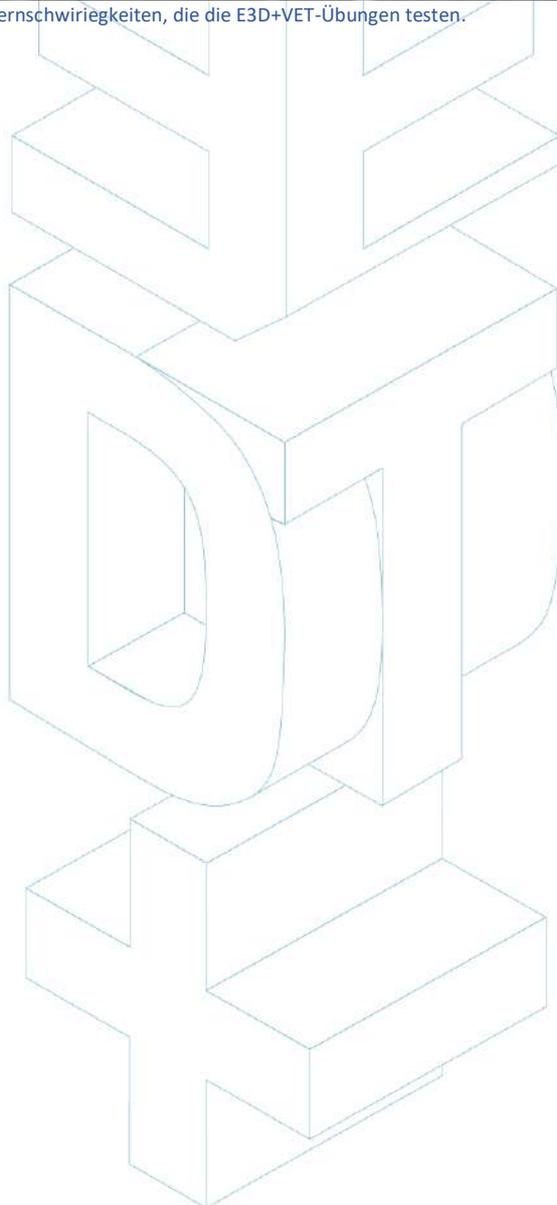
Abb. 2 – Studenten mit speziellen Lernschwierigkeiten, die die E3D+VET-Übungen testen.



Abb. 3 Studenten mit speziellen Lernschwierigkeiten, die die E3D+VET-Übungen testen.



Abb. 4 – Studenten mit speziellen Lernschwierigkeiten, die die E3D+VET-Übungen testen.



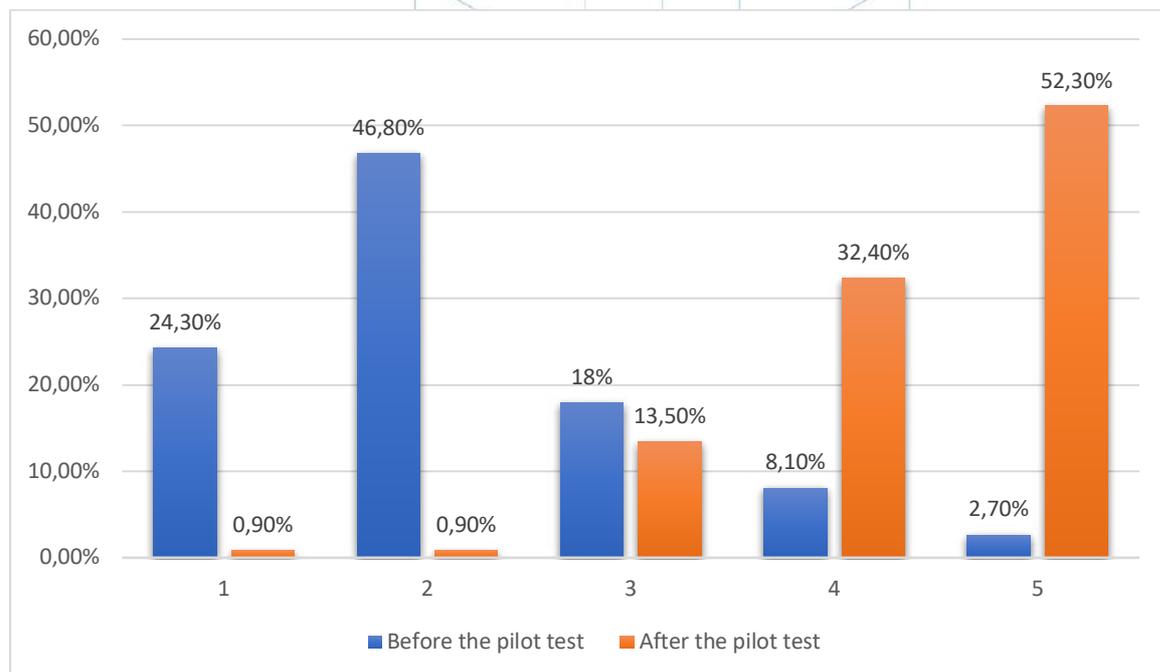
## 2. Quantitative und qualitative Ergebnisse

Die Evaluierungsphase war sehr wichtig. Während der Testphase wurden anfänglich und abschließend Fragebögen zur Selbsteinschätzung sowohl an die Studenten als auch an die Lehrer ausgegeben. Dadurch war es möglich, eine Rückmeldung über die erwarteten die erreichten Ergebnisse zu erhalten. Diese Erkenntnisse wurden dank der Vorlage erzielt, die die Partner während der Testphasen verteilt haben. In den Fragebögen wurden mit Multiple-Choice- und offene Fragen gearbeitet. Sie war sehr einfach auszufüllen. Die Vorlage für alle Fragebögen ist im "IO4A2- Erstellen einer Methodik für den Piloten" enthalten.

Nachstehend finden Sie eine Zusammenfassung der erhaltenen Antworten.

### Ergebnisse aus Fragebögen zur Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler

**Kennen Sie die 3D-Drucktechnologie? (1: wenig, 5: sehr gut).**  
(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

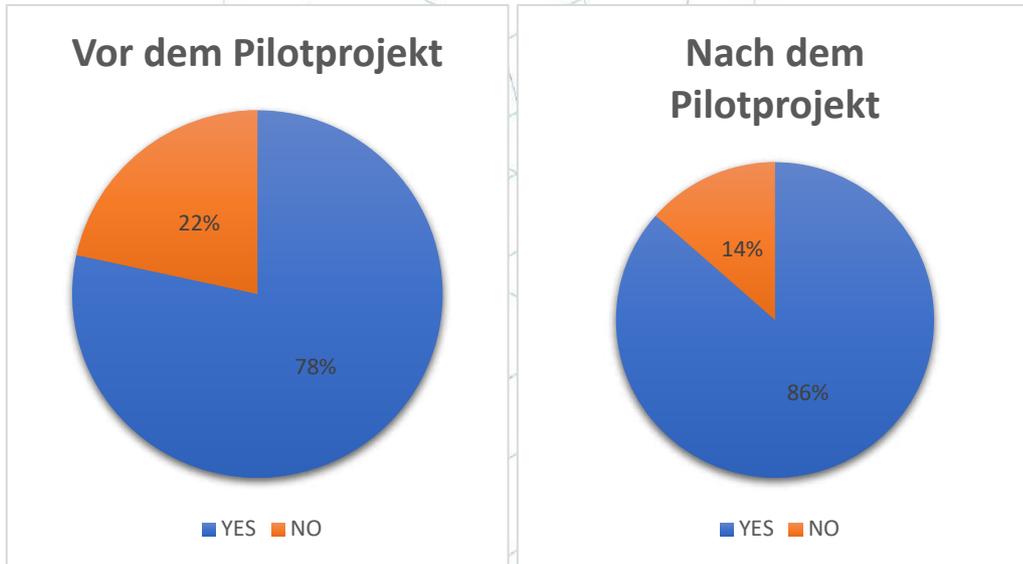


#### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Wie die Grafik nach der Pilotphase zeigt, haben die Studenten, die an dem Kurs teilgenommen haben, ihre Kenntnisse über den 3D-Drucker erweitert.

## Wissen Sie, wie ein 3D-Drucker funktioniert?

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Viele von ihnen sagten bereits in der Anfangsphase des Tests, dass sie wüssten, wie ein 3D-Drucker funktioniert. Ein kleiner Prozentsatz erhöhte sich nach der Pilotphase.

### Wenn JA, beschreiben Sie es bitte:

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

Vor der Pilotphase	Nach der Pilotphase
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ich benutze sie in meiner vorherigen Schule, um eine neue Markenidentität zu schaffen.</li> <li>• Auf dem Laptop erstellen wir ein 3D-Bild und der Drucker druckt es aus.</li> <li>• Objekt in 3D drucken</li> <li>• Erwärmt den Kunststoff und verwendet eine vom Computer gegebene Koordinate, um ein Objekt zu entwerfen</li> <li>• Ich weiß, wie es funktioniert, aber ich weiß nicht, wie man es benutzt.</li> <li>• Ich habe noch nie eine versucht.</li> <li>• Ich habe einen zu Hause.</li> <li>• Ich sehe nie einen</li> <li>• Ich habe es auf YouTube gesehen.</li> <li>• Ich habe es auf einem Video gesehen</li> <li>• Mein Bruder hat einen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwerfen von 3D-Modellen mit 3D-Software; Export und Anpassung von Druckdateien (STL-Dateien); Test, Ausrichtung und Weiterverarbeitung des G-Codes; Verwendung des 3D-Druckers; Entfernen von Modellen aus dem Drucker nach dem Drucken; Nachbearbeitung des Modells;</li> <li>• Dank eines digitalen Modells können wir einen G-Code erstellen und an den 3D-Drucker übergeben.</li> <li>• Design auf Papier; Design auf digitalen Programmen; Einlegen der SD-Karte in den Drucker; Der Drucker nimmt die Anweisungen zur Herstellung des gewünschten Objekts entgegen.</li> <li>• Dank eines Plastikfadens können wir ein 3D-Objekt Schicht für Schicht erstellen.</li> </ul>

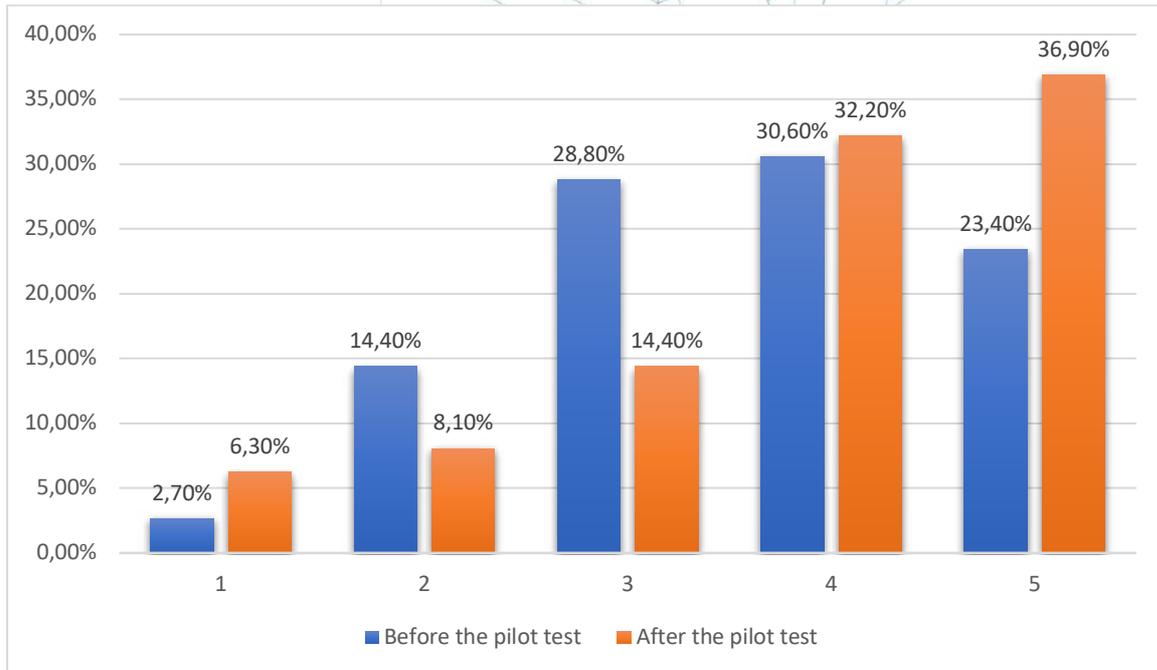
**ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Viele von ihnen wussten schon vor dem Kurs, was ein 3D-Drucker ist. Sie sahen es in den Videos, aber niemand wusste, wie es funktioniert. Nach dem Pilotfilm wurde die Beschreibung, wie ein 3D-Drucker funktioniert, sehr klar und korrekt.

**Wie sehr kann der 3D-Druck in Ihrem Lernprozess nützlich sein?**

(1: nicht nützlich, 5: sehr nützlich)

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



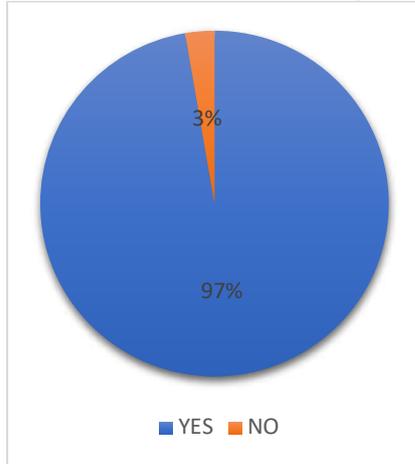
**ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Sowohl in der anfänglichen als auch in der abschließenden Selbstbewertung erkannten viele Schülerinnen und Schüler die Nützlichkeit des Einsatzes dieser Technologie.

## Würden Sie gerne pädagogische Übungen mit der 3D-Drucktechnologie entwickeln lassen? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

(nicht nützlich, 5: sehr nützlich)

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



- Ich möchte den 3D-Druck lernen, wie er funktioniert, weil ich das sehr nützlich finde.
- Es ist sehr interessant
- Ich liebe es, neue Technologien zu kennen
- Wir können lernen, wie man sie richtig einsetzt
- Weil mir die Technologie wirklich gefällt
- Neues lernen
- Es könnte interessant sein
- Ich kann lernen, wie es funktioniert
- Weil man eine Menge lernt

### **ALLGEMEINER KOMMENTAR:**

Fast 100% gaben an, dass sie Übungen mit der 3D-Drucktechnologie entwickeln lassen wollen.

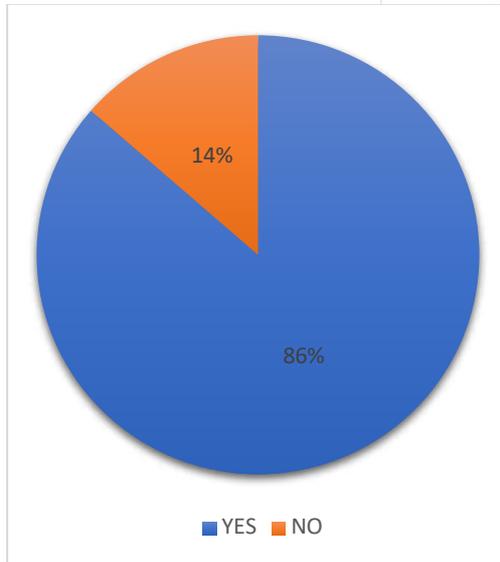
## Wie haben sich die mit der 3D-Drucktechnologie entwickelten pädagogischen Übungen in Ihrem Lernprozess bewährt? Bitte beschreiben Sie es unten:

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

- Ich habe ein schwieriges Konzept verstanden.
- Ich kann sehen, was ich lerne.
- Die Kenntnisse der Subjekte entsprechend dem Objekt zu bereichern
- Es war interessant.
- Eigentlich habe ich nicht viel verstanden. Dies ist eine neue Ära für mich.
- Sie waren sehr nützlich, um zu verstehen, wie man ein Objekt entwirft.
- Das ist neu für mich, ich habe keine Ahnung
- Es war verwirrend.
- Sie helfen vor allem beim Lernen in der Schule.
- Es macht den Unterricht spannender
- Macht die Lektionen klarer
- Dank der soliden Zahlen konnten die Lehrer leichter erklären, und wir haben es besser verstanden.

## Glauben Sie, dass es während des Unterrichts nützlich sein kann, wenn Lehrmodelle in 3D gedruckt werden? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



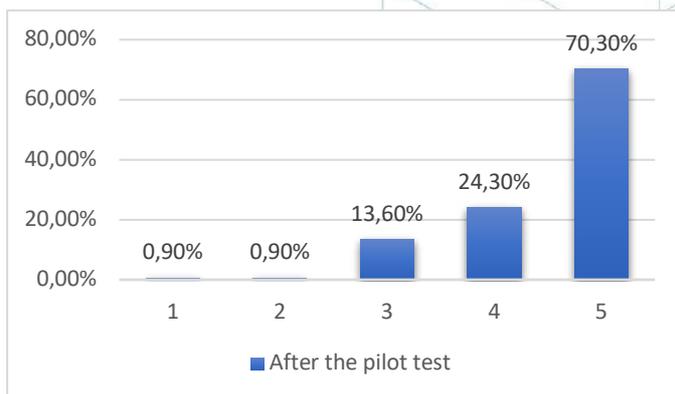
- Es ist sehr nützlich
- Sie helfen mir, mehr zu erfahren.
- Wir können alle charakteristischen Merkmale einer Sache kennen, die im realen Leben virtuell ist
- Wir können schneller lernen
- Um mich für meine Arbeit besser zu entwickeln
- Um mehr über die Verwendung von 3D-Druck zu erfahren
- Neue Lernmethoden lernen
- Es könnte interessant sein
- Nein, ich mag kein Plastik.
- Weil wir einige für unseren Lernprozess nützliche Modelle erstellen können
- Es ist sehr nützlich um zu lernen, wie man einen 3D-Drucker benutzt

### **ALLGEMEINER KOMMENTAR:**

Mehr als 80% gaben an, dass sie Übungen mit 3D-Lehrmodellen entwickeln lassen wollen.

## Wie nützlich waren die während der Stunde gezeigten und verwendeten 3D-Modelle? (1: nicht nützlich, 5: sehr nützlich) Auf welche Weise?

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



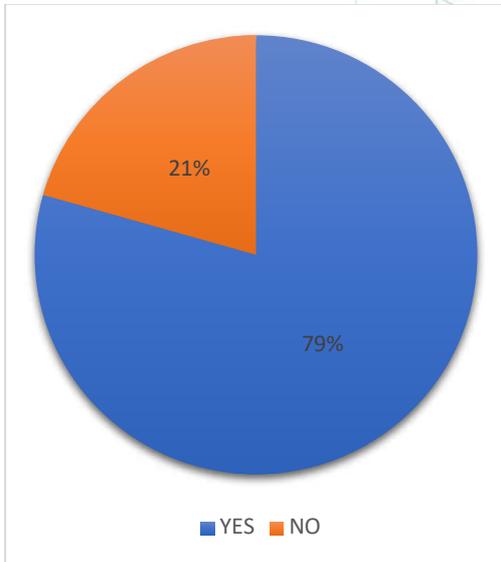
- Wir hatten die Möglichkeit zu üben
- Sie werden nützlicher sein
- Wir haben sie benutzt, um die verschiedenen Teile Europas zusammenzusetzen und zu verstehen, wie die DNA entsteht.
- Weil mir das Studium auf diese Weise wirklich Spaß gemacht hat
- Die Lektionen wurden interessanter
- Lustig und lehrreich
- In der Geometrie mit Festkörpern in der Wissenschaft mit Bindungen

### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Mehr als 70% der Schülerinnen und Schüler erkannten nach der Pilotphase, dass die im Unterricht gezeigten Modelle sehr nützlich waren.

## Glauben Sie, dass das Lernen mit der 3D-Drucktechnologie und 3D-Modellen den Unterricht angenehmer machen kann?

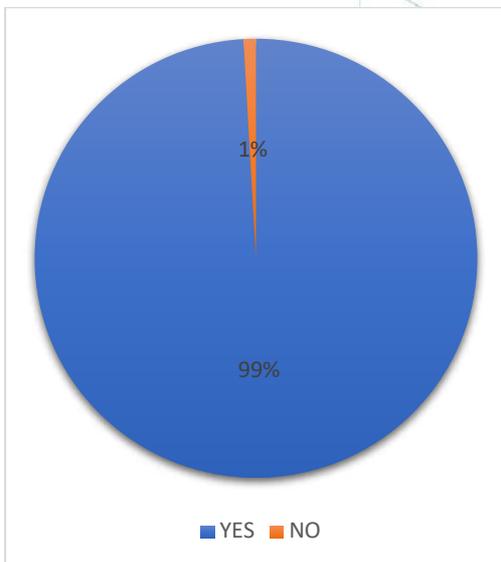
(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



- Es wird interessanter und lustiger sein
- Das Wunderbare ist es, die Eigenschaften der Objekte zu kennen
- In der Zwischenzeit können wir uns amüsieren und lernen
- Es ist immer schön, neue Dinge zu lernen, besonders in Bezug auf die Technologie, die heute wichtig ist, um einen Job zu finden.
- Das gefällt mir nicht.
- Ich glaube, dass der 3D-Drucker für die Studie nicht geeignet ist.
- Es könnte interessant sein
- Es könnte lustig sein
- Es ist sehr nützlich

### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Mehr als 75% der Schülerinnen und Schüler vor der Pilotphase erkannten, dass der Unterricht mit den 3D-Druckmodellen und der Technologie attraktiver sein könnte.



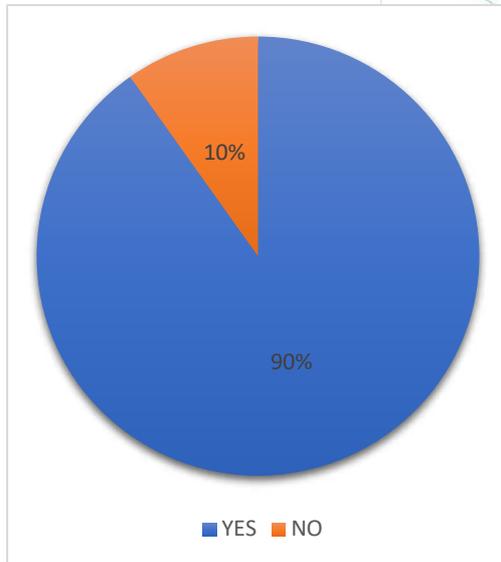
- die Zeit verging wie im Flug
- ich verstehe das schwierige Inhalte
- wir können theoretischer Inhalte visualisieren und drucken
- wir können leichter verstehen
- etwas Neues zu entdecken und etwas zu lernen, das für unsere Zukunft nützlich ist
- wenn es in der Lektion etwas ohne Buchstaben oder Texte gibt, kann ich besser lernen.
- es verbessert unsere Kreativität
- weil es mir geholfen hat, zu verstehen, wie die Dinge gestaltet sind
- die Lektion wurde visuell anschaulicher
- ich war begeistert.
- praktische und einfache Hilfe zum Lernen und auf angenehme Weise

### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

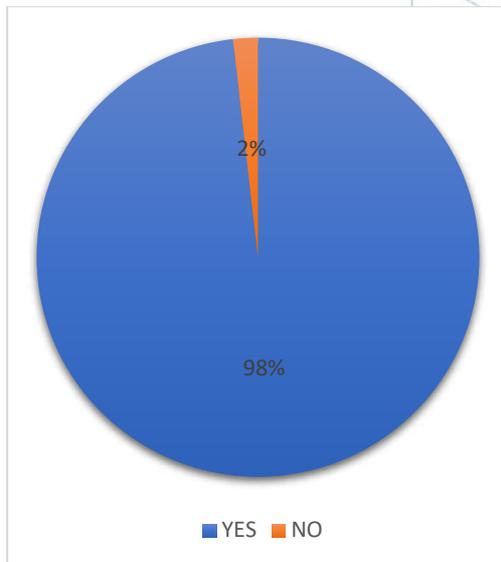
Nach der Pilotphase erkannten 99% der Schüler und Schülerinnen, dass es mit Hilfe von 3D-Druckmodellen und -Technologie das Lernen attraktiver ist.

## Warum möchten Sie lernen, wie man einen 3D-Drucker benutzt?

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



- weil es für meine zukünftige Arbeit nützlich sein kann
- ich möchte eine neue Erfahrung machen, die im kommenden Jahr nützlich sein könnte
- ich bin sehr neugierig
- es ist sehr interessant
- es ist interessant
- ich glaube nicht, dass es in meinem Sektor nützlich ist
- ich glaube nicht, dass es in meinem Bereich nützlich ist
- es könnte nützlich, lustig und innovativ sein
- ja, es ist sehr nützlich für meine Zukunft
- es könnte meine zukünftige Arbeit sein
- dies wird die Zukunft sein
- um mehr zu erfahren
- möchte neue Dinge lernen



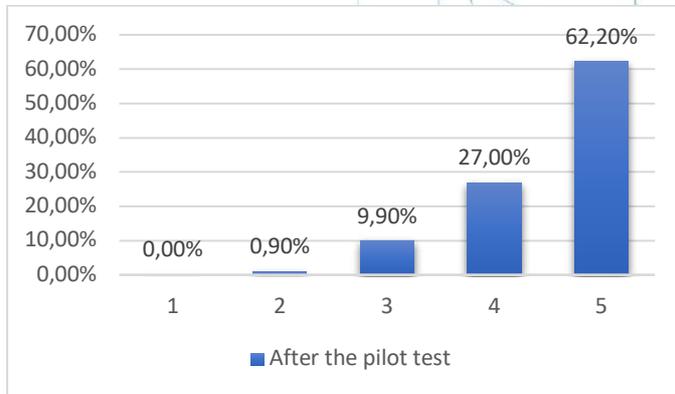
- ich möchte es in meinem Alltag verwenden
- ich kann es in meiner zukünftigen Arbeit verwenden
- um mehr Dinge zu drucken
- es ist interessant
- ich kann es bei meiner Arbeit verwenden
- für meine Zukunft
- es ist sehr langweilig
- es ist sehr lustig
- es ist sehr gut
- mir gefällt es

### ALLGEMEINE BEMERKUNG:

Alle Schülerinnen und Schüler vor und nach dem Pilotprojekt wollten sich über die Verwendung eines 3D-Druckers informieren. Die Gründe dafür sind sehr vielfältig.

## Wie zufrieden sind Sie mit dem Inhalt des Ausbildungskurses, den Sie erhalten haben? (1: wenig, 5: sehr) Bitte kommentieren Sie Ihre Antwort

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



- Interessant
- wirklich spannend, vielen Dank!
- perfekt, war großartig
- es war sehr nützlich und außerdem lernen wir eine Menge Dinge
- der Inhalt war klar und einfach
- es war lustig
- sehr zufrieden auch mit dem Gedankenaustausch mit anderen
- wunderbar
- es war interessant.
- ich bin sehr zufrieden, denn das, was man uns beigebracht hat, haben wir auch gemacht

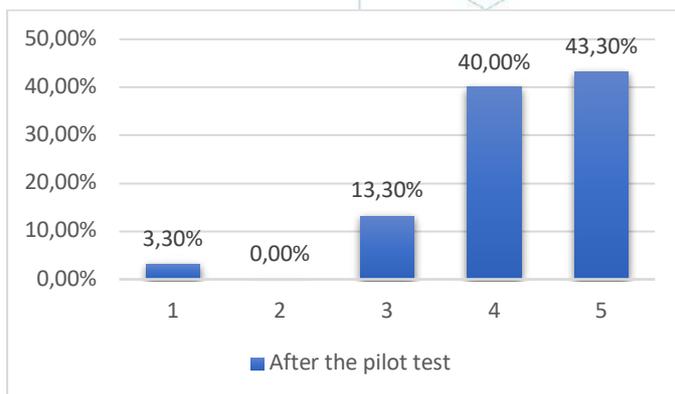
### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Mehr als 60% der Studierenden fanden den Kurs interessant und inhaltlich zufriedenstellend.

## Wie zufrieden sind Sie mit den Methoden, die während des Ausbildungskurses verwendet wurden? (1: wenig, 5: sehr)

### Bitte kommentieren Sie Ihre Antwort

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



- ein neuer Weg, wie wir lernen können
- neue Art des Lernens
- es war ein bisschen verwirrend.
- sehr zufrieden auch mit dem Gedankenaustausch mit anderen
- keine Ahnung, aber gut
- ich muss mehr darüber lernen, was Methodik ist
- ich bin sehr zufrieden, denn das, was man uns beigebracht hat, ist eindeutig getan worden
- es hätte interessanter sein können
- sehr interessant
- es war perfekt

### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Die 80% der Studierenden gaben an, dass die während des Kurses verwendeten Methoden interessant sind (in einem Bereich von 4 bis 5).

## In welchem Bereich arbeiten Sie / wollen Sie arbeiten?

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

Vor der Pilotphase	Nach der Pilotphase
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luftwaffe</li> <li>• ich möchte Fotograf werden</li> <li>• Video, aber mehr zu lernen ist immer gut</li> <li>• Friseur</li> <li>• Ich will ein Youtuber sein</li> <li>• Gestaltung</li> <li>• Computer</li> <li>• Lehre</li> <li>• Ich weiß nicht.</li> <li>• Designer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizinische Assistenten</li> <li>• Mediengestalter</li> <li>• Ich weiß es nicht</li> <li>• Architektur</li> <li>• Gesundheitswesen</li> <li>• Designer</li> <li>• Dermatologie</li> <li>• grafischer Entwurf</li> <li>• Video-Hersteller</li> <li>• Werbung</li> <li>• Technik</li> </ul>

## Wie könnte der 3D-Druck in den Bereichen eingesetzt werden, für die Sie sich interessieren?

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

Vor der Pilotphase	Nach der Pilotphase
<ul style="list-style-type: none"> <li>• alles in 3D entwerfen</li> <li>• beim Zeichnen</li> <li>• vieles in der Entwicklung von Miniaturen und in der Einrichtung von Häusern</li> <li>• erstellen von Musterhäusern</li> <li>• Zeit sicher</li> <li>• ich weiß es noch nicht</li> <li>• sie kann uns mehr Zeit verschaffen</li> <li>• Zeichnungen</li> <li>• Online-Zeichnungen</li> <li>• in meinen Entwürfen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltung der Gebäude</li> <li>• Vieles bauen</li> <li>• um 3D-Modelle meiner Projekte zu erstellen</li> <li>• den Kindern beibringen, wie die Objekte hergestellt werden</li> <li>• noch nicht</li> <li>• Röntgenstrahlen</li> <li>• keine Rolle haha aber hoffentlich eines Tages Beinprothesen</li> <li>• demnächst nicht ganz so groß</li> <li>• derzeit keine in meinem Gebiet</li> <li>• noch nicht in meiner Praxis</li> <li>• medizinische Forschung</li> </ul>

## Was sind die allgemeinen Ergebnisse, die Sie von diesem Kurs erwarten?

### Vor der Pilotphase

- wie der 3D-Druck funktioniert und wie hilfreich er in der Medizin sein kann
- welche Rolle Druck in der Medizin spielt
- wie der 3D-Druck funktioniert
- mehr Erfahrung im 3D-Druck
- ich möchte wissen, was es mit dieser neuen Technologie auf sich hat, und ich möchte lernen, sie zu nutzen
- ich möchte es lernen
- zu wissen, wie es funktioniert und warum
- viele Resultate, aber ich möchte lernen, wie man diese neue Technologie nutzt
- nach der Schule etwas mehr wissen
- lernen Sie, was ein 3D-Drucker ist, wenn Sie ihn im Klassenzimmer verwenden müssen
- den 3D-Drucker für die Arbeit im Klassenzimmer verwenden

## Was sind die allgemeinen Erkenntnisse, die Sie aus diesem Kurs gewonnen haben?

### Nach der Pilotphase

- es war sehr interessant
- dieser Test war nützlich, um das Potenzial eines 3D-Druckers zu verstehen
- 3D-Drucker werden die wichtigste Technologie der Zukunft sein
- lernen Sie die Funktion des 3D-Druckers kennen und wenden Sie ihn in den Referenzthemen an
- die neue Generation der Technologie wird der 3D-Druck sein
- ich weiß mehr über den 3D-Druck
- ich muss das lernen
- es ist sehr wichtig und nützlich
- ich habe viel gelernt und mich amüsiert
- die Technologie entwickelt sich

## Vorschläge für zukünftige Trainingskurse zum 3D-Druck

### Nach der Pilotphase

- alles war großartig, danke!
- ich danke Ihnen!
- alles großartig
- verwenden Sie den Drucker am Anfang, damit das Ergebnis am Ende angezeigt werden kann :)
- dass der Druck gegen Ende beendet ist
- lassen Sie die Schülerinnen und Schüler versuchen, ❤️❤️❤️❤️ zu drucken.
- Aufmachung drucken
- Beginnen Sie den Druck früher, damit Sie am Ende das Ergebnis haben
- war sehr gut
- ich habe viel gelernt, danke
- alles war gut.

Die vollständigen Ergebnisse des Fragebogens vor der Pilotphase sind unter folgendem Link verfügbar:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1myKsHOSHbjTM2JibUffQm8iAnVlqpm6ocGrYe1yb0E0/edit?usp=sharing>

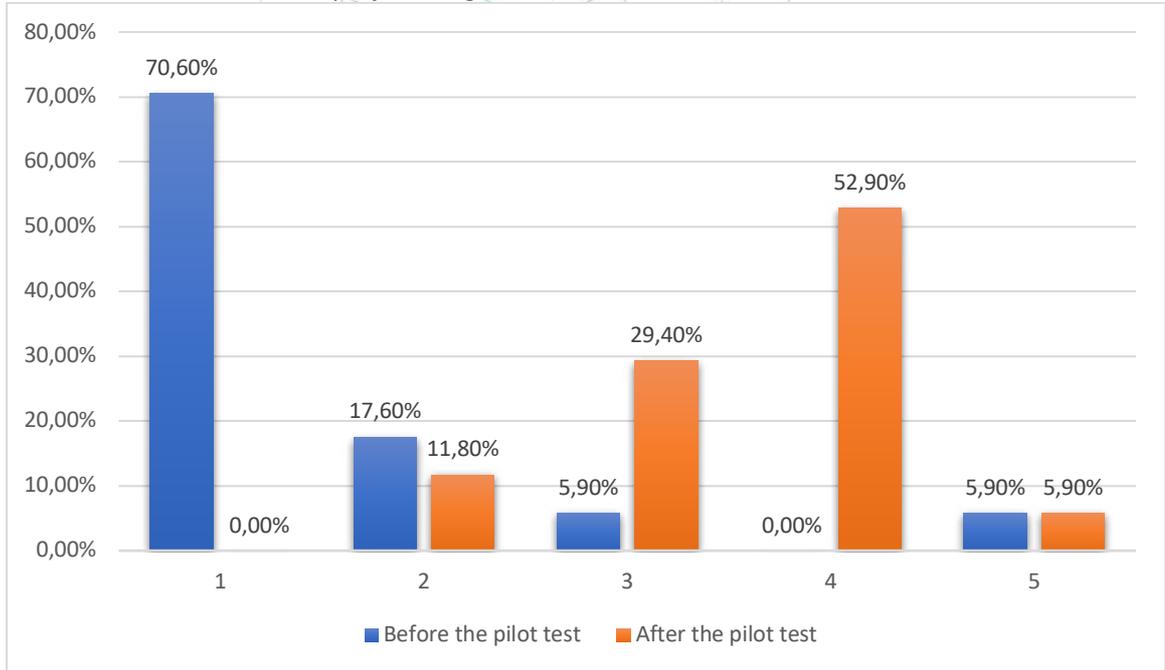
Die vollständigen Ergebnisse des Fragebogens nach der Pilotphase sind unter folgendem Link verfügbar:

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UcBnf6KcmH-PdB1tXX-a7f6GpXMmyIRlnljic8\\_IUcl/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UcBnf6KcmH-PdB1tXX-a7f6GpXMmyIRlnljic8_IUcl/edit?usp=sharing)

## Ergebnisse aus Fragebögen zur Selbsteinschätzung der Lehrerinnen und Lehrer

### Kennen Sie die 3D-Drucktechnologie? (1: wenig, 5: sehr)

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

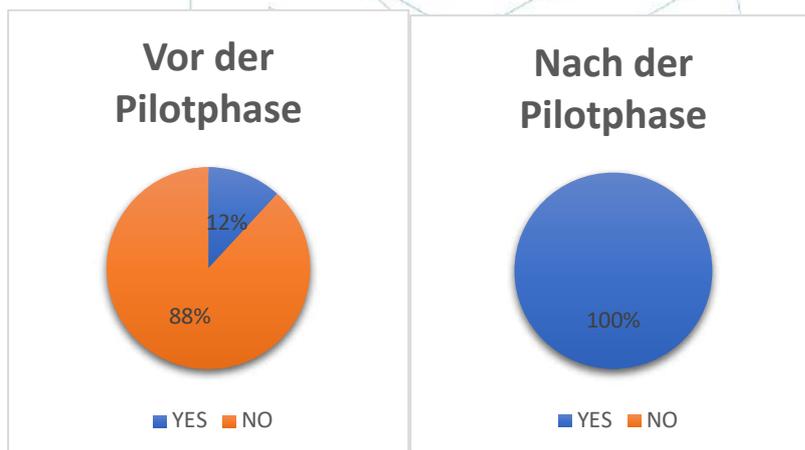


#### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Mehr als 70% der am Pilotprojekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer kannten die 3D-Drucktechnologie vor der Pilotphase nicht. Nach der Pilotphase gaben sie an, dass sie die Technologie im Moment in einer Reihe von 4 Bereichen kennen.

### Wissen Sie, wie ein 3D-Drucker funktioniert?

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



#### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Mehr als 85% der am Pilotprojekt beteiligten LehrerInnen wussten vor der Pilotphase nicht, wie die 3D-Drucktechnologie funktioniert. Nach der Pilotphase wissen es alle 100% der LehrerInnen.

## **Wenn JA, beschreiben Sie es bitte:**

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

Vor der Pilotphase	Nach der Pilotphase
<ul style="list-style-type: none"> <li>• durch die Erstellung von Gitterobjekten</li> <li>• Ich bin sehr gut in der Lage, einen 3D-Drucker zu verwenden. Ich liebe die Software Rhinoceros und ich habe auch einen 3D-Drucker.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wir erstellen ein 3D-Modell oder wir können ein Modell aus einem Archiv herunterladen, dann importieren wir in eine Software, die den G-Code generiert, und wir geben alle Informationen an den 3D-Drucker weiter.</li> <li>• Mit einer stl-Datei kann ich in die G-Code-Software importieren und die Informationen an den Drucker weitergeben.</li> <li>• Nach der Erstellung eines digitalen Modells wird dieses in die STL exportiert. Der G-Code wird aus der STL-Datei generiert. Über ein Speichermedium wird er vom Computer auf den Drucker übertragen. Dann wird der Druckvorgang gestartet.</li> <li>• Ein Draht aus einem thermoplastischen Material mit einem bestimmten Querschnitt wird durch einen Extruder thermisch umgewandelt. Eine Platte bewegt sich in einer kartesischen Ebene, und der Extruder wird auf einem binären Schlitten positioniert, der sich entlang der z-Achse bewegt, da er mit Hilfe von zwei Motoren vertikal angehoben wird.</li> </ul>

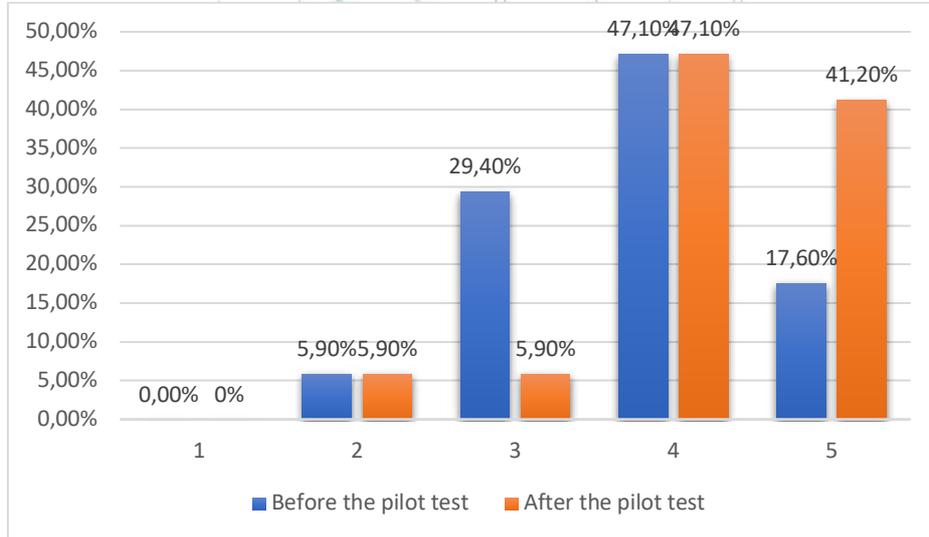
### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Aus den Kommentaren kann man ersehen, dass der Vorbereitungskurs und der von IO1 bereitgestellte Leitfaden den Lehrkräften effektiv erlaubte, digitale Fähigkeiten in Bezug auf 3D-Druck und CAD-Modellierung zu erwerben.

## Wie stark kann die 3D-Drucktechnik in den Lehrprozess unterstützen?

(1: nicht nützlich, 5: sehr nützlich)

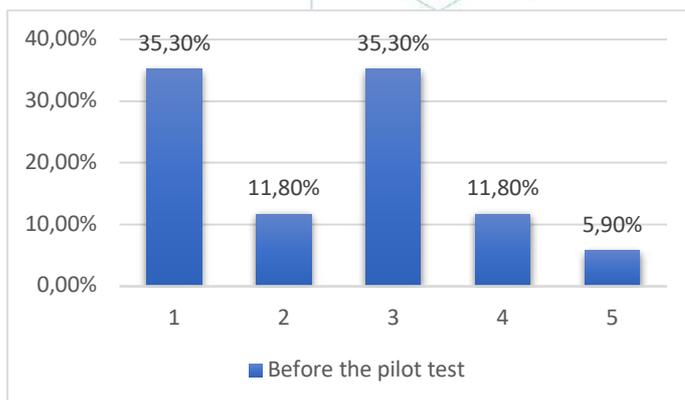
(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Von Anfang an sagten die Lehrerinnen und Lehrer, dass die 3D-Drucktechnologie sehr nützlich für den Lehrprozess sein kann.

## Glauben Sie, dass es nützlich sein kann, 3D-Modelle während des Unterrichts zu drucken? (1: nicht nützlich, 5: sehr nützlich) Bitte begründen Sie Ihre Antwort.



- die Verwendung eines 3D-Modells kann den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler erleichtern
- um das Lernen zu erleichtern
- kann ich mir nicht vorstellen
- die Kenntnisse des 3D-Druckers sind in den Informatikkursen der Schule nicht erforderlich
- ich nehme am Kurs für 3D-Druck teil und nicht neue Lehrmodelle lernen
- es ist ein zusätzliches Lehrmittel

### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Zu Beginn waren die Lehrerinnen und Lehrer etwas skeptisch, was das wahre Potenzial von gedruckten 3D-Modellen während des Unterrichts betrifft.

## Wie haben sich die mit der 3D-Drucktechnik entwickelten pädagogischen Übungen in Ihrem Lernprozess bewährt?

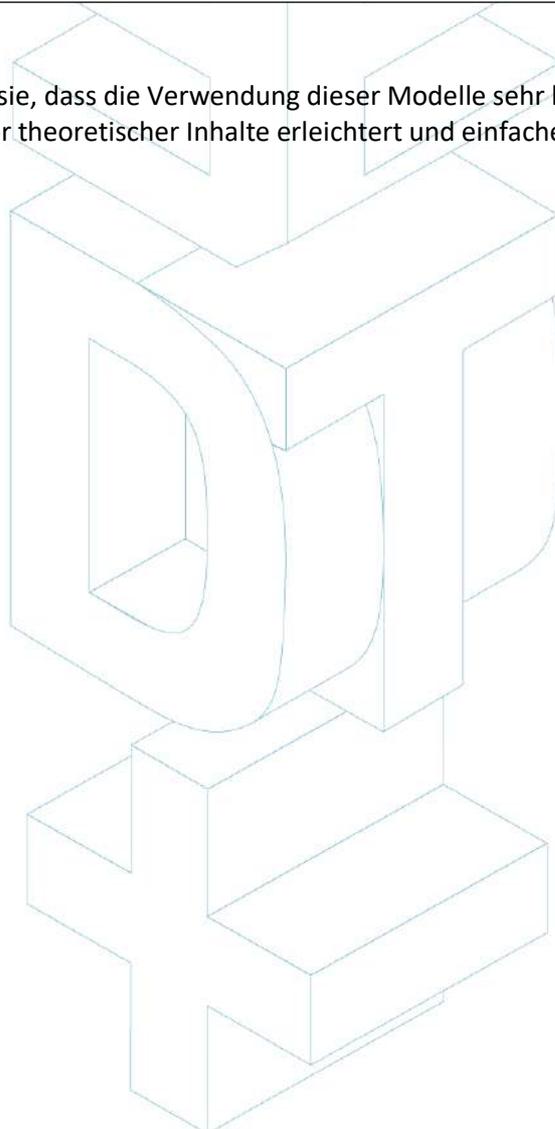
### Bitte beschreiben Sie Ihre Erfahrungen:

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

- Die 3D-Modelle haben die Kinder dazu gebracht, die theoretischen Inhalte zu verstehen und haben ihre Motivation gefördert
- es gab leider keine Übungen zur Computertechnik
- die entwickelten Übungen können als Unterstützung in zukünftigen Lektionen verwendet werden
- ich konnte die den 3D-Druck auf meine Lehrbefähigung nicht gut übertragen
- bis jetzt noch nie benutzt
- Visuelles und thaptisches Lernen der theoretischen Inhalte
- die Schülerinnen und Schüler könnten mehr und aktiv lernen
- sie motivieren Schüler und Lehrer zum Lernen
- auf eine sehr nützliche Weise
- die Schülerinnen und Schüler waren an dem Arbeiten mit 3D-Modellen sehr interessiert, mehr als an unseren traditionellen Methoden
- fantastisches Modell und nützliche Übungen für Schülerinnen und Schüler mit besonderen Lernschwierigkeiten
- sehr hilfreich! solche Modelle hat es noch nie gegeben!

### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Nach dem Pilotprojekt sagten sie, dass die Verwendung dieser Modelle sehr hilfreich sei, weil sie das Verständnis einiger schwieriger theoretischer Inhalte erleichtert und einfacher geworden sei.

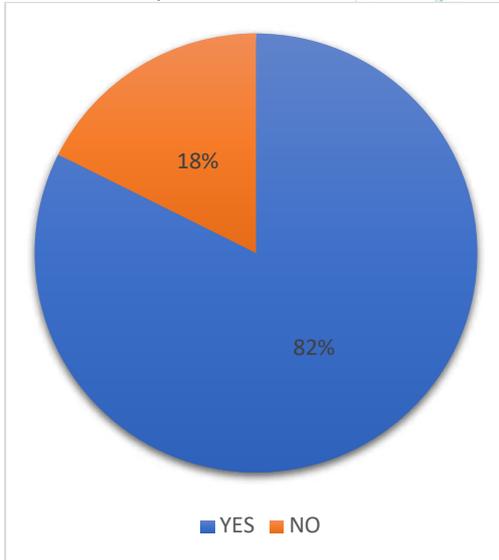


## Glauben Sie, dass das Ausprobieren der 3D-Drucktechnik und das Arbeiten mit 3D-Modellen den Unterricht bereichern kann? Bitte begründen Sie Ihre

### Antwort

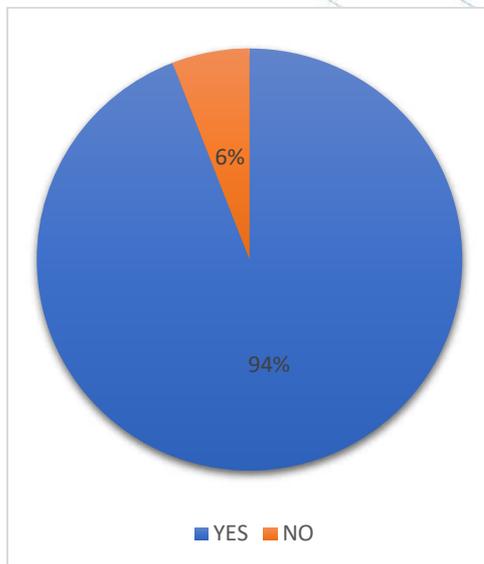
(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

Vor der Pilotphase:



- die Schülerinnen und Schüler können durch die Konstruktion eines 3D-Modells ausprobieren, was sie zuvor gelernt haben
- um mehr Realitätsbezug zu haben
- sie wird in der Werbung für die Herstellung von Gadgets häufig verwendet
- es ist nicht möglich, mit dem 3D-Drucker in Computerkursen zu experimentieren.
- Ja, sehr. Ich glaube, dass im traditionellen Unterricht an Möglichkeiten mangelt, Schülerinnen und Schüler besonders zu begeistern. Diese Begeisterung war im Unterricht mit der 3D-Drucktechnologie und den Modellen vorhanden.
- es schult die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu instrumentalen Kompetenzen vorzustellen und ihr Interesse

Nach der Pilotphase:



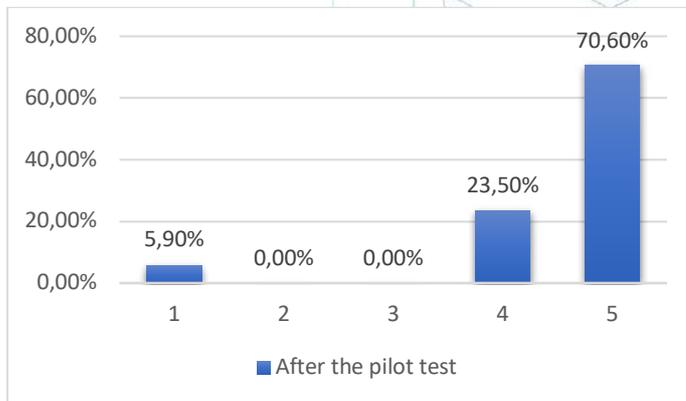
- Vorschlag: Wecken Sie das Interesse am Unterricht, um auf andere Weise zu lernen
- die Schülerinnen und Schüler könnten mehr und aktiv lernen
- weil ein schwieriges Konzept vereinfachend werden konnte
- sie helfen den Schülerinnen und Schülern beim Lernprozess
- wir können viele 3D-Modelle entwickeln, die nicht auf dem Markt sind
- dank des 3D-Objekts können wir unsere Inhalte spielerisch unterrichten
- der 3D-Druck spielt in vielen Unternehmen, insbesondere im medizinischen Bereich, eine immer wichtigere Rolle.
- aktuelle Technologie
- bereits hilfreich, obwohl es viel Zeit braucht

### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Viele erkannten jedoch von Anfang an das Potenzial der bereitgestellten Technologie und Werkzeuge.

**Wie nützlich waren die während der Stunde gezeigten und verwendeten 3D-Modelle? (1: nicht nützlich, 5: sehr nützlich)**

**Auf welche Art und Weise wurden sie verwendet? Bitte beschreiben Sie kurz:**



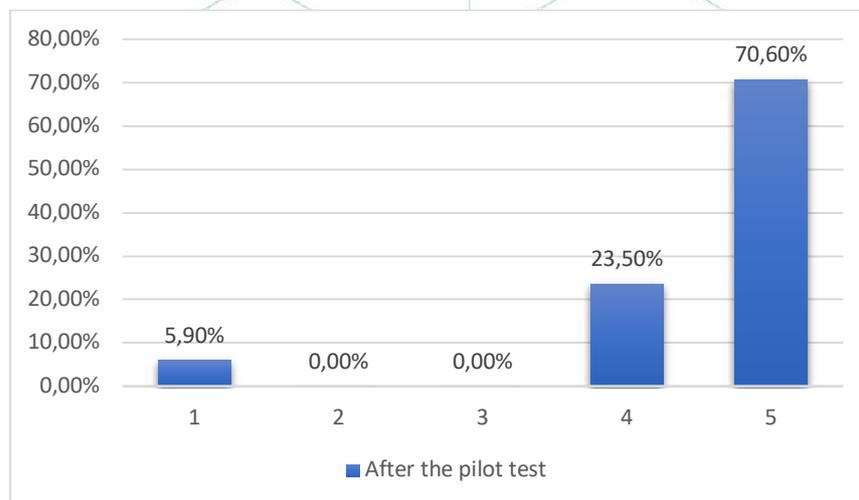
- sie haben die Kinder dazu gebracht, die theoretischen Inhalte zu verstehen und haben die Motivation gefördert
- es gab keine Übungen zur Computertechnik
- die 3D-Modelle erlauben es, einige Probleme zu lösen, die die reale Visualisierung betreffen
- Mir fiel auf, dass die Schülerinnen und Schüler schnell die geometrischen Inhalte verstanden, die schwieriger zu verstehen sind und die Verwirrung erzeugen, wenn sie nur theoretisch erklärt werden

**ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Nach dem Pilotprojekt sagten sie, dass die Verwendung von Modellen sehr wichtig sei, weil sie den Lernprozess erleichtert.

**Wie interessant war der Unterricht mit den neuen Methoden und Modellen?**

**(1: ein bisschen, 5: viel)**



**ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

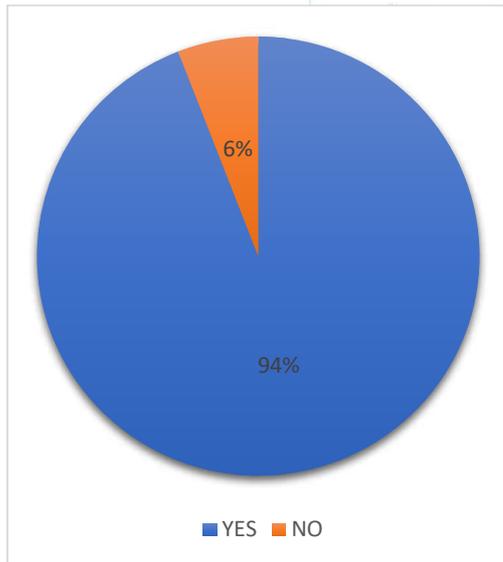
Mehr als 70% sagten, dass die verwendeten Werkzeuge und die Methodik den Unterricht interessanter machten.

**Sind Sie der Meinung, dass die gelieferten Materialien (Leitfäden, Methodologien, Plattform und Übungen) für die Durchführung der Pilotphase nützlich waren?**

**Bitte begründen Sie Ihre Antwort**

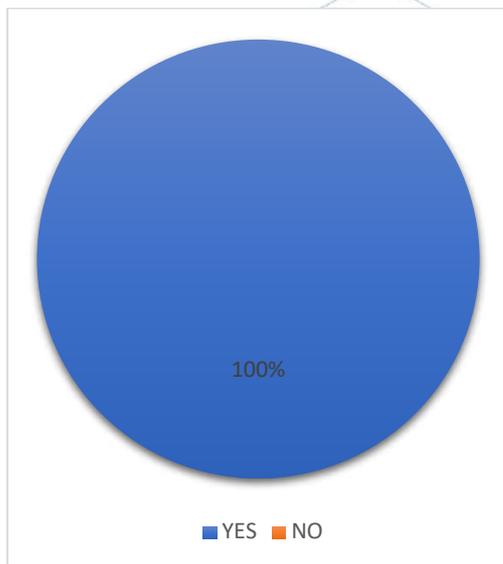
(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

Vor dem Pilotprojekt



- sie waren sehr leicht zu verstehen
- sie sind sehr nützlich und klar formuliert
- sie waren nützlich, um den gesamten 3D-Prozess zu verstehen und um zu erfahren, wie man die Pilotphase durchführen sollte
- alles war hilfreich, da es gut koordiniert war.
- das zur Verfügung gestellte Material ist ein guter Anfang für das Erlernen der neuen Technik
- ich denke schon ... Ich kann es am Ende des Kurses genau erklären
- bisher haben sie mir gute Lerngrundlagen gegeben

Nach dem Pilotprojekt

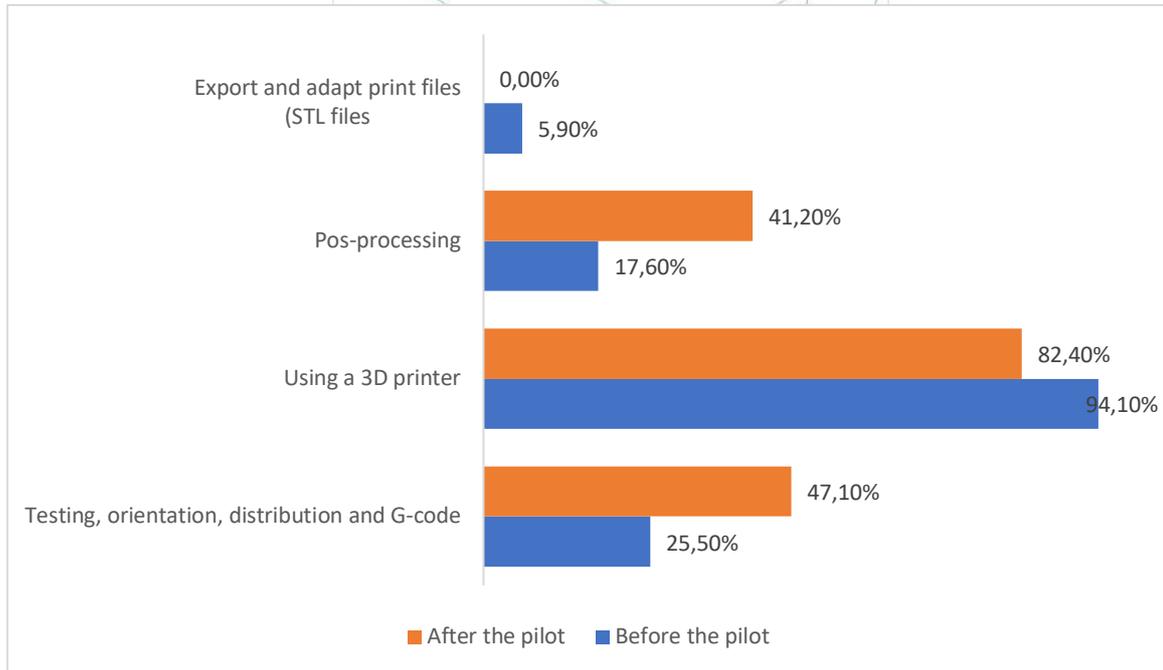


- sie ermöglichten es uns, den Prozess besser zu verstehen
- das gesamte Ausbildungsmaterial und die Werkzeuge waren nützlich, um mit neuen Lehrmethoden zu experimentieren
- die Materialien sind sehr einfach zu verwenden
- wir haben einen anderen pädagogischen Ansatz gesehen, der eine kleine Übereinstimmung mit anderen Fächern beinhaltet
- ich finde, dass sie sehr angenehm und klar waren
- sie waren nützlich
- sie waren sehr deutlich
- sie waren sehr einfach und klar

**ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Sowohl vor als auch nach dem Pilotprojekt sagten die Lehrerinnen und Lehrer, dass die bereitgestellten Materialien sehr nützlich und leicht verständlich waren.

## Welche 3D-Druckfähigkeiten möchten Sie in der Pilotphase entwickeln? (Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)



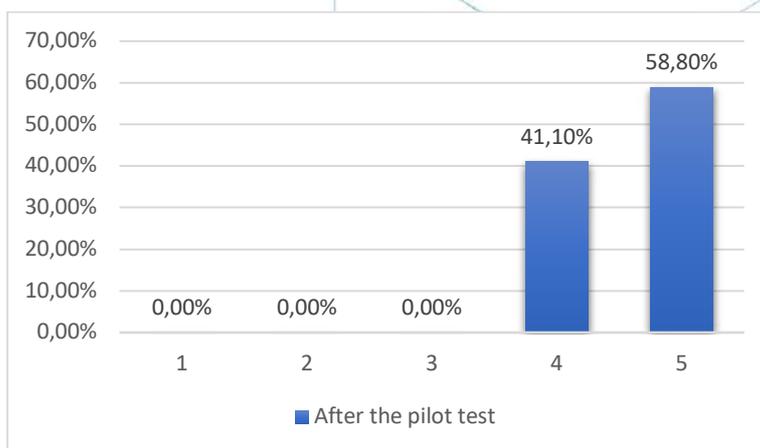
### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Mehr als 90% der Lehrer möchten auf praktische Art und Weise lernen, wie man einen 3D-Drucker benutzt.

## Wie zufrieden sind Sie mit den während der Pilotphase verwendeten

Methoden und Modellen? (1: ein bisschen, 5: viel)

Bitte begründen Sie Ihre Antwort.



- die Werkzeuge sind angemessen, ebenso wie die Methodik, die uns eine aktive Beteiligung ermöglichte
- es war sehr zufriedenstellend, dass die Schülerinnen und Schüler positiv auf den Test reagierten
- die verwendeten Werkzeuge und die Methodik erlaubten uns eine aktive Teilnahme
- es ermöglicht den Unterricht auf eine andere Art zu halten
- es hat sich gezeigt, dass es andere Wege gibt, die die Inhalte zu lehren
- sie waren sehr einfach und klar

### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Mehr als 90% der Lehrer bestätigten, dass sie mit den Werkzeugen und der Methodik, die ihnen gegeben wurden, in einem Bereich zwischen 4-5 zufrieden sind.

**Bitte schreiben Sie ein allgemeines Feedback über den Leitfaden:  
"Wissenstransfer über die Grundlagen des 3D-Drucks  
für Lehrkräfte in der Berufsbildung"**

**Nach der Pilotphase**

- sehr nützlich
- es war leicht zu verstehen
- sehr deutlich
- sehr gut
- sie waren leicht zu verstehen
- nützlich und leicht verständlich
- die Materialien sind sehr gut gestaltet und sehr informativ!
- sehr gut, aber zu lang
- gute Hilfe
- klar und informativ. Das macht Sinn.
- kompliziert. Vielleicht wäre es kürzer gewesen.
- sehr hilfreich für den Anfang.

**Bitte schreiben Sie ein allgemeines Feedback über die Methodik:  
"Entwickeln Sie eine Methodik für die Erstellung neuer  
didaktischer 3D-Druckentwürfe"**

**Nach der Pilotphase**

- die Methodik bietet leicht verständliche Schlüsselkonzepte
- hervorragende Methodik
- die Methodik erklärt die Grundlagen auf einfache Weise, um eine neue Unterrichtsidee, ein neues didaktisches 3D-Druckmodell zu erstellen
- gut
- sehr nützlich
- Inhalt sehr klar
- sehr klar und nützlich
- sehr gut
- sie waren leicht zu verstehen.
- nützlich und leicht verständlich
- die Materialien sind sehr gut gestaltet und sehr informativ!
- ich habe es nicht benutzt.
- können Sie damit arbeiten

## **Bitte, schreiben Sie ein allgemeines Feedback über den entwickelten Unterricht**

### **Nach der Pilotphase**

- sehr gut, aber ich brauche mehr und andere Übungen für mein Fach
- die Übungen ermöglichten es, den multidisziplinären Unterricht auf kreative und innovative Weise zu erleben, die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler zu fesseln und sie zur aktiven Teilnahme zu bewegen.
- die Übungen erlaubten die aktive Teilnahme der Studenten, die am Kurs teilnahmen
- gut
- die durchgeführten Übungen erlaubten uns eine aktive Teilnahme an der Ausbildung
- sehr nützlich
- Übung gut gemacht
- sehr sehr wichtige Modelle
- sehr gut
- sie waren leicht zu verstehen.
- wunderbar

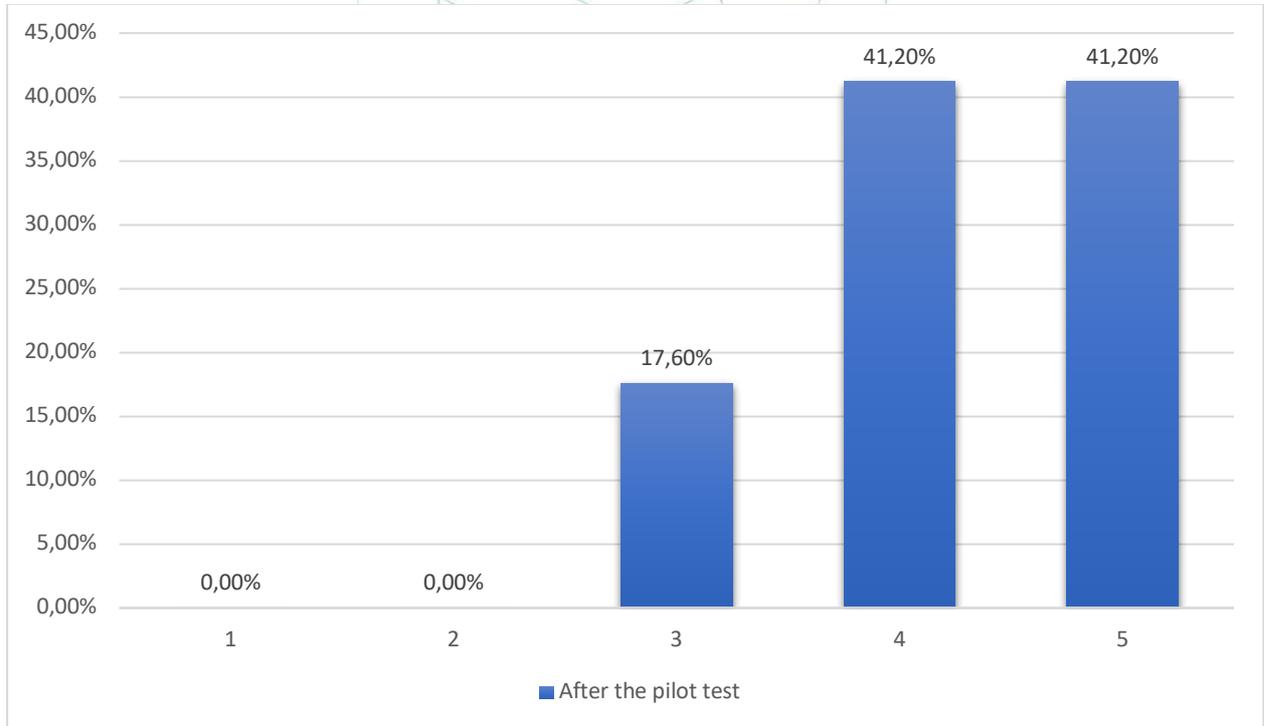
## **Bitte, schreiben Sie ein allgemeines Feedback über die entwickelte Web-Plattform**

### **Nach der Pilotphase**

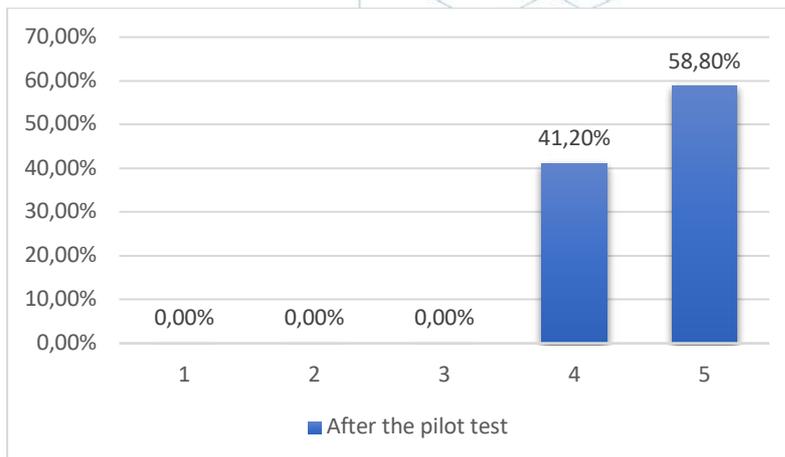
- sehr benutzerfreundlich
- die Plattform ist für die Suche nach verfügbaren Ressourcen sehr gut entwickelt
- die Plattform ist nützlich für den Austausch von Materialien, Bildungserfahrungen und Meinungen anderer
- gut
- die Plattform ist nützlich für den Austausch von Materialien mit Bildungserfahrungen und Meinungen
- sehr nützlich
- die Grafik ist sehr benutzerfreundlich.
- sehr klar und einfach
- sehr gut
- sehr benutzerfreundlich
- wunderbar, dass wir neue Übungen entwickeln können
- sieht toll aus. Leider konnte ich dort selbst keine Modelle und Übungen erstellen.

## Wie nützlich war die Plattform für die Suche nach 3D-Übungen und Modellen?

(1: nicht nützlich, 5: sehr nützlich)



## Wie würden Sie das Design der Plattform und ihre Benutzerfreundlichkeit bewerten? (1: sehr schlecht, 5: sehr gut) Bitte kommentieren Sie Ihre Antwort.



- sehr benutzerfreundlich
- die Plattform ermöglicht es Ihnen, die Übungen und 3D-Modelle ganz einfach zu finden
- wir können uns gut von bestehenden Modellen inspirieren lassen
- es ist sehr intuitiv und leicht für den Unterricht zu nutzen
- sie können leicht Übungen und Modelle finden, die Sie weiterentwickeln können
- sehr benutzerfreundlich
- Verbesserung der Übersetzung
- sehr deutlich
- gut gemacht

### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Mehr als 90% der Lehrerinnen und Lehrer bestätigten, dass der Umfang der Plattform zwischen 4-5 liegt und das Design ebenfalls sehr gut ist.

## In welchem Bereich sind Sie tätig?

(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

Vor der Pilotphase	Nach der Pilotphase
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrer/ Werbegrafik und Architekturstudium</li> <li>• Lehrerin und Forscherin</li> <li>• Architekt und Lehrer für Werbegrafik und Grafikdesign</li> <li>• Lehrer</li> <li>• Lehrer - Geologe</li> <li>• SCHULE</li> <li>• Pädagoge in der SpLD-Vereinigung</li> <li>• Pädagogen im Verein si.da</li> <li>• Psychologie</li> <li>• Medientechnik</li> <li>• Lehrer Medientechnik und Mathematik</li> <li>• Religionsunterricht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizin und Biologie</li> <li>• ich bin Lehrer</li> <li>• IT-Sektor</li> <li>• Ich bin Lehrer</li> <li>• Lehrer</li> <li>• Pädagogen in der SpLD-Umgebung</li> <li>• Pädagoge im Verein si.da</li> <li>• Psychologe</li> <li>• Medientechnik</li> <li>• Layout</li> <li>• Religion</li> <li>• Biologie, Medizin</li> </ul>

## Wie könnte der 3D-Druck in den Bereichen eingesetzt werden, in denen Sie tätig sind?

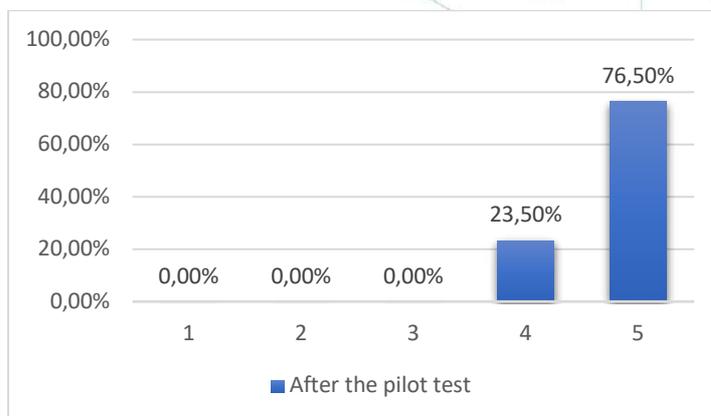
(Ergebnisse vor und nach dem Pilotprojekt verglichen)

Vor der Pilotphase	Nach der Pilotphase
<ul style="list-style-type: none"> <li>• für Bildungszwecke eignet es sich perfekt für einen Kurs in Werbegrafik</li> <li>• Softwareentwicklung, die für das Lernen von 3D oder anderen Fächern nützlich ist</li> <li>• in verschiedenen Kontexten: Industriedesign, Werbeartikel und medizinische Prothesen</li> <li>• Reproduktion von Wirtschaftsmodellen</li> <li>• Modelle von Mineralien, Fossilien usw. zu erstellen.</li> <li>• für die Schaffung von kundenspezifischen Marken und Gadgets, die auf ein koordiniertes Unternehmensimage abzielen</li> <li>• mehr Fähigkeiten auf dem Weg des Unterrichts zu entwickeln</li> <li>• neue Übungen zu entwickeln</li> <li>• den Studenten zu helfen, einige für sie schwierige Fähigkeiten zu erwerben</li> <li>• es wäre schön, wenn das Thema in den Lehrplan aufgenommen würde</li> <li>• sie können eine Verbindung zur Medizintechnik herstellen und den Studenten zeigen, wo diese Technik bereits überall eingesetzt wird</li> <li>• drucken Sie Modelle aus und zeigen Sie den Studenten, wo der 3D-Druck in der Medizin eine Rolle spielt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für die Lehrtätigkeit</li> <li>• so erstellen Sie eine Übung, bei der die Zahlen in Formen umgewandelt werden</li> <li>• so erstellen Sie Prototypen von entworfenen Objekten</li> <li>• neue Übungen zu entwickeln</li> <li>• um den Lernprozess zu stimulieren</li> <li>• wir können eine Menge spezifischer Modelle entwickeln, die auf den Bedürfnissen unserer Schülerinnen und Schüler basieren</li> <li>• kann uns und den Studenten beim Lehren und Lernen helfen</li> <li>• verwendung von Klassenraummodellen zur Illustration; Erläuterung des 3D-Drucks und Aufzeigen von Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Medizin</li> <li>• Modelle entwickeln</li> <li>• Aktuelle Entwicklungen zeigen</li> <li>• Veranschaulichung komplexer Beziehungen (Zeit)</li> </ul>

## Was sind die allgemeinen Ergebnisse, die Sie von diesem Kurs erwarten?

Vor der Pilotphase
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen, wie man einen 3D-Drucker verwendet</li> <li>• Grundkenntnisse des 3D-Druckers und der Konstruktion</li> <li>• Ich erwarte eine bessere Einschätzung der erworbenen persönlichen Fähigkeiten</li> <li>• meine Professionalität erweitern</li> <li>• zu lernen, wie man eine Software-CAD und einen 3D-Druck verwendet</li> <li>• neue Technologie verstehen</li> <li>• neue Werkzeuge zu erproben</li> <li>• sich Ideen für den Unterricht holen</li> <li>• persönlich möchte ich etwas über den 3D-Druck lernen und sehen, wie man ihn im Unterricht einsetzen kann</li> <li>• viele über den 3D-Druck lernen</li> <li>• mehr über den 3D-Druck erfahren. Sehen, wie man den 3D-Druck den Schülern näher bringt</li> <li>• Spannenden Unterricht</li> <li>• mehr Wissen für die Studenten</li> <li>• für die Lehrer konkretere Ideen für Modelle, die im Wesentlichen im Unterricht verwendet werden</li> </ul>

## Wie zufrieden sind Sie allgemein mit der Pilotphase? (1: wenig, 5: sehr)



- sehr kurz
- der Kurs war sehr interessant
- Ich glaube, dass sie so durchgeführt wurde, dass sie denjenigen, die unterrichten, nützliche Hinweise gibt
- mir hat es gefallen
- sehr nützlich
- sehr innovative Art des Unterrichts
- sehr nützlicher Test zum Verständnis weiterer Unterrichtsmethoden
- fantastisch
- es war perfekt organisiert
- kompetent gemacht
- perfekt erklärt, sehr nützlich und unterhaltsam
- Daumen hoch! Vielen Dank!

### **ALLGEMEINE BEMERKUNG:**

Mehr als 76,50% der Lehrer bestätigten, dass sie mit der durchgeführten Pilotphase zufrieden sind.

## **Was sind die allgemeinen Resultate, die Sie aus dieser Pilotphase gewonnen haben?**

### Nach der Pilotphase

- Satisfactory
- Know valid and pleasant project managers able to broadly interest on the proposed topic
- Very interesting course
- Very good
- I understood that with technology our lesson can be more pleasant
- Very useful
- Models, handouts, ideas for lessons and a good mood :)
- Perfect! Thank you very much!!!
- Much.
- New knowledge about 3D printing and use in class.
- Lots of new ideas.
- Ideas, materials, models for teaching :)

Die vollständigen Ergebnisse des Fragebogens vor der Pilotphase finden Sie unter folgendem Link:  
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1xf9Eao0sJBkiMqqPcCAjgn4f1V0psqJ-sZG85BzY0g/edit?usp=sharing>

Die vollständigen Ergebnisse des Fragebogens nach der Pilotphase finden Sie unter folgendem Link:  
[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1apMm5Gez275zSHr\\_4E-bAxxaBEL0T\\_J86cNoO5vgDVw/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1apMm5Gez275zSHr_4E-bAxxaBEL0T_J86cNoO5vgDVw/edit?usp=sharing)

## Fazit

Die Pilotphase von E3D+VET ergibt, was die Partner, die die verschiedenen vom Projekt vorgesehenen Aktivitäten umgesetzt haben, von Anfang an angenommen haben: die Einführung des 3D-Drucks in Berufsbildungseinrichtungen und ähnlichen Vereinigungen, bringt nicht nur aus pädagogischer Sicht, sondern vor allem für den Lernprozess viele Vorteile.

Die 3D-Drucktechnologie fördert daher sowohl die Entwicklung der logischen Fähigkeiten und der räumlichen Orientierung als auch den wissenschaftlichen Prozess der Hypothesenbildung (Design) und die anschließende Verwendung von Fehlern zur Überprüfung (Erstellung von Objekten und Verbesserung / Korrektur von Fehlern; Erstellung eines neuen Objekts).

Mögliche Lücken, die unsere Schulsysteme haben, sollten verbessert werden. Von der Starrheit der Lehrpläne bis hin zu den teils fehlenden technologischen Fähigkeiten der Lehrer. Vor allem sollte die Ausweitung der MINT-Fächer in den Schulen mit praktischen und engagierten Workshops unterstützt werden. Wir sollten unser didaktisches System erweitern.

Die von E3D+VET-Partnern geschaffenen Werkzeuge und Methoden waren dank der gesammelten Daten und dank der Testphase ein Erfolg für die beteiligten Institute und die Verbände. Es wurde das Interesse für Neues geweckt und der Horizont wurde erweitert.

Es zeigte sich auch, dass die "digitalen" Technologien die traditionellen Ausdruckssprachen nicht ersetzen, sondern einen Mehrwert darstellen. In neuen, mit technischen Werkzeugen ausgestatteten Lernumgebungen können Schülerinnen und Schüler sich ausprobieren. Sie können Hypothesen, Theorien und ihr Wissen unterstützen und erweitern.

Die erzielten Ergebnisse sind nach unserer Erfahrung nachvollziehbar, da die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit hatten, frei zu experimentieren und das Potenzial der zur Verfügung gestellten Werkzeuge selbstständig zu entdecken.

Einige Modelle, die von Partnern hergestellt wurden, benötigten eine Nachbearbeitung. Dies wurde nur durch die verschiedenen Tests entdeckt.

Eine der größten Schwierigkeiten der Pilotphase des E3D+VET-Projekts bestand darin, die Lehrer davon zu überzeugen, neue Techniken zu erlernen. Aus diesem Grund sind die Partner des Projekts der Meinung, dass die Lehrerausbildungskurse in den Berufsbildungseinrichtungen in Bezug auf neuen Techniken verstärkt werden muss. Damit kann sichergestellt werden, dass die Lehrer nicht nur die Rolle des Leiters des gesamten Unterrichts haben, sondern dass sie zusammen mit den Schülern zum wahren und richtigen Akteur werden und immer am Puls der Zeit sind.