



# **Trainers for Visually Impaired Students Introduce 3D Printing**

## *CURRICULUM*

*Ausbildung von sehbehinderten  
TeilnehmerInnen im 3D Druck mit  
FDM 3D Druckern*

Curriculum für den T4VIS-In3D Trainer Kurs  
Ausbildung von sehbehinderten TeilnehmerInnen im 3D Druck

Herausgegeben vom  
**T4VIS-In3D** Projektkonsortium

**Version 2**



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



Das Projekt "T4VIS-In3D" wurde durch das "ERASMUS+"-Programm der Europäischen Kommission kofinanziert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt allein der Verfasser. Die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Dieses Curriculum wird vom T4VIS-IN3D Projektkonsortium herausgegeben.

## Lizenzierung

“Trainers for Visually Impaired Students Introduce 3D Printing” ist lizenziert unter [Attribution-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



## Gedruckt:

*Juni 2023 durch Berufsförderungswerk Düren gGmbH*

## Das T4VIS-In3D-Projektkonsortium:

**Berufsförderungswerk Düren gGmbH** (Projektkoordination)

Karl-Arnold-Str. 132-134, D52349 Düren, Deutschland, <http://www.bfw-dueren.de>

**Fundacion ASPAYM Castilla y Leon**

C/ Severo Ochoa 33, Las Piedras 000, 47130, Simancas Valladolid, Spanien, <https://www.aspaymcyll.org/>

**Hilfsgemeinschaft der Blinden und Sehschwachen Österreichs**

Jägerstraße 36 - 1200, Wien, Österreich, <https://www.hilfsgemeinschaft.at>

**Institut für Blinde und Sehbehinderte, IBOS**

Rymarksvej 1, 2900, Hellerup, Dänemark, <https://www.ibos.dk>

**Istituto Regionale Rittmeyer per i ciechi di Trieste**

Viale Miramare 119, 34136 Trieste, Italien, <http://www.istitutorittmeyer.it/>

**NRCB**

24 Landos Str., Plovdiv, 4006, P. Box 11, Bulgarien, <http://www.rehcenter.org>

## Curriculum für den T4VIS-In3D-Trainerkurs

<b>Anzahl der Module:</b> :	7 Module
<b>Durchschnittliche Lernzeit:</b>	40 Lerneinheiten (CU) á 45 Minuten
<b>Gruppengröße:</b> :	Ausbilder: 1 Teilnehmer: 3-10
<b>Zielgruppe:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrer für Mobilität</li> <li>• LPF-Trainer</li> <li>• Physiotherapie-Ausbilder für blinde und sehbehinderte Teilnehmer</li> <li>• MINT-Lehrer und Ausbilder für technische Berufe für sehbehinderte Menschen</li> <li>• Beschäftigungstherapeuten</li> </ul>
<b>Voraussetzungen der Teilnehmer:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen der Trainingslehre für sehbehinderte Menschen</li> <li>2. Erfahrung in der Arbeit mit Menschen mit Sehbehinderungen</li> <li>3. Kenntnisse in der Bedienung von FDM 3D-Druckern</li> <li>4. Kenntnisse in der Bedienung des Slicers CURA</li> <li>5. Kenntnisse in der Bedienung von Autodesk Fusion360</li> <li>6. Keine medizinischen Einschränkungen hinsichtlich des Betriebs von Maschinen.</li> <li>7. Keine diagnostizierte Kunststoffallergie</li> <li>8. Sehschärfe von 0,5 oder besser</li> </ol>

<p><b>Erforderliches Material/Infrastruktur</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Für jeden Teilnehmer 1 Notebook oder PC/MAC mit mind. 12 GByte RAM und 3D-kompatibler Grafikkarte</li> <li>2. Internetverbindung</li> <li>3. 1 FDM-Drucker pro 3 Teilnehmer</li> <li>4. Mitgelieferte Werkzeuge für den Betrieb und die Wartung der verwendeten 3D-Drucker</li> <li>5. Optische oder elektronische Lupe, oder Smartphone-App</li> <li>6. Erforderliche Software: + + Autodesk Fusion360 Education oder Reguläre Version+ + Autodesk Meshmixer + Ultimaker Cura oder Slicer Software, die durch die beschafften 3D-Drucker unterstützt wird</li> <li>7. Tutorials zu diesem Kurs für jeden Teilnehmer</li> <li>8. Bedienungsanleitungen für die verwendeten 3D-Drucker</li> <li>9. 500 g PLA-Filament pro Teilnehmer</li> <li>10. Entgratungstool und Schlüsselfeilen</li> <li>11. 1 Schutzbrille pro Teilnehmer</li> <li>12. Hitze- und schnittfeste Handschuhe</li> <li>13. Simulationsbrillen für Sehbehinderte</li> <li>14. Ersatzteile zur Demonstration (Extruder, Düse, Heizelemente und Thermistor)</li> <li>15. Taschenleuchte</li> <li>16. Zeigestock</li> </ol>
---	---

## Modul 1 – Assessment der Teilnehmer

<b>Lernziel</b>	Am Ende dieses Moduls sind die Kursteilnehmer in der Lage, die Fähigkeiten der sehbehinderten Teilnehmer einzuschätzen, wie präzise diese 3D Drucker bedienen und Modelle konstruieren können.	
<b>CU<sup>1</sup> 's</b>	<b>Thema</b>	<b>Anmerkung</b>
<b>4 CU's</b>	<b>Bewertung</b>	
1 CU	Kurze Einführung: Die Module des Kurses: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bewertung: Module</li> <li>2. Verbesserung der Zugänglichkeit von FDM-Drucker für sehbehinderte Nutzer</li> <li>3. Einführung in die Bedienung von FDM-3D-Drucker</li> <li>4. Einführung: Arbeit mit der Slicer-Software</li> <li>5. Einweisung sehbehinderter Nutzer in die Bedienung von Autodesk Fusion360</li> <li>6. Nachbearbeitung von Bauteilen</li> <li>7. Vorbereiten und Durchführen einer Lehrstunde</li> </ol>	Durchführung durch den Teilnehmer unter Anleitung des Ausbildners
1 CU	Feststellung der Fähigkeit zur Bedienung der Slicer-Software <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Einführung in Cura GUI</li> <li>9. Laden von STL-Dateien</li> <li>10. Bewegen und Drehen der Komponenten</li> <li>11. Einstellung der Material- und Einheitenparameter</li> <li>12. Durchführung des Slice-Prozesses</li> <li>13. Bewertung des Ergebnisses in der Ebenenansicht</li> <li>14. Exportieren der Gcode-Datei</li> </ol>	Durchführung durch den Teilnehmer unter Anleitung des Ausbildners
1 CU	Feststellung der Fähigkeit zur Bedienung der CAD-Software <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in die GUI</li> <li>2. Korrekte Positionierung des Mauszeigers</li> <li>3. Rotieren und Bewegen des Arbeitsbereichs, korrekte Funktion der Zoomfunktion</li> <li>4. Zeichnen definierter Skizzen, Kreis, Rechteck, Dreieck, Trapez</li> </ol>	Durchführung durch den Teilnehmer unter Anleitung des Ausbildners
1 CU	Bedienung eines FDM-Druckers nach Anleitung <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bedienung des Displays</li> <li>2. Leveln der Bauplatte</li> <li>3. Laden des Filaments</li> <li>4. Vorbereitende Tätigkeiten</li> <li>5. Starten des Drucks</li> <li>6. Entnahme des Bauteils</li> <li>7. Entladen des Filaments</li> </ol>	Durchführung durch den Teilnehmer unter Anleitung des Ausbildners

<sup>1</sup> CU = Kurseinheit á 45 Minuten

## Modul 2 - Verbesserung der Zugänglichkeit von FDM-Drucker für sehbehinderte Benutzer

<b>Lernziel</b>	Am Ende dieses Moduls soll jeder Teilnehmer wissen, wie er die Barrierefreiheit der Hardware von 3D-Druckern verbessern kann, um die Nutzung durch sehbehinderte Nutzer zu erleichtern.	
<b>CU's</b>	<b>Thema</b>	<b>Anmerkung</b>
<b>5 CU's</b>	Einführung in allgemeine Probleme Sehbehinderter bei der Verwendung von FDM-Druckern. Mögliche Gefahren und Werkzeuge zur Verbesserung des Kontrasts, um die Nutzung zu erleichtern	
1 CU	Ausarbeitung möglicher Schwierigkeiten von sehbehinderten Teilnehmern bei der Bedienung von FDM-Druckern	Gruppenarbeit, Brainstorming
2 CU	Verbesserung der Barrierefreiheit von FDM-Druckern für sehbehinderte Benutzer <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verbesserung des Kontrasts</li> <li>2. Werkzeuge und Software zur Verbesserung des Kontrasts und der Vergrößerung von Druckeranzeigen</li> <li>3. Methoden für die taktile Demonstration und Erklärung der Komponenten eines 3D-Druckers</li> </ol>	Demonstration, Selbsterfahrung mit Simulationsbrillen
1 CU	Bildschirmeinstellungen zur Bedienung der Software von sehbehinderten Benutzern <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Inkompatibilität mit Bildschirmvergrößerungs-software wie z.B.: Zoomtext</li> <li>2. Vergrößerte Zeichendarstellung durch die WINDOWS Einstellungen</li> <li>3. Vergrößerte Mauszeigerdarstellung</li> <li>4. Erhöhte Kontrasteinstellung</li> </ol>	Präsentation, Durchführung
1 CU	Bedienung des 3D-Druckers über Apps und Software des Drucker-Hersteller <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beispiel Ultimaker App</li> <li>2. Beispiel IdeaMaker Software</li> </ol>	Präsentation, Übung

### Modul 3 - Einführung von sehbehinderten Teilnehmern in die Bedienung von FDM-3D-Druckern

<b>Lernziel</b>	Am Ende dieser Einheit sind die Teilnehmer in der Lage, sehbehinderte Benutzer sicher in die Bedienung und Einrichtung von FDM-Druckern einzuweisen.	
<b>CU's</b>	<b>Thema</b>	<b>Anmerkung</b>
<b>7 CU's</b>	Erklärung und Demonstration der wesentlichen Bauteile. Inbetriebnahme, Beschickung und Ausserbetriebnahme eines FDM 3D Druckers	
2 CU	Demonstration des Aufbaus eines FDM Druckers <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Achsen und Schienen der X und Y Achse</li> <li>2. Bauplatte und Z-Achse</li> <li>3. Extruder und Extruderbauteile</li> <li>4. Filamentführung</li> <li>5. Display und Bedienelemente zur Steuerung des Druckers</li> <li>6. Schnittstellen für Datenträger</li> <li>7. <a href="#">Kurze Liste von Erweiterungsdateien in Verbindung mit Druckern</a></li> </ol>	Demonstration, Selbsterfahrung mit Simulationsbrillen  Handleuchte, Zeigestock und Ersatzteile zur besseren Demonstration. Besondere Aufmerksamkeit beim Hinweis auf Gefahrenstelle
2 CU	Vorbereiten des 3D Druckers <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Justieren der Bauplatte</li> <li>2. Laden des Filaments</li> <li>3. Starten eines Testdruckes zur Kontrolle der korrekten Justierung und Haftung</li> <li>4. Lösen des Bauteils von der Bauplatte</li> <li>5. Korrektur der Justierung</li> <li>6. Reinigung der Bauplatte</li> <li>7. Verbesserung der Haftung der Bauplatte</li> <li>8. <a href="#">Kurze Liste von Erweiterungsdateien in Verbindung mit Druckersoftware</a></li> </ol>	Demonstration, Selbsterfahrung mit Simulationsbrillen  Handleuchte, Lupe oder Lupen App
2 CU	Ausserbetriebnahme des 3D Druckers <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entladen des Filaments</li> <li>2. Kontrolle der Funktionsteile</li> <li>3. Pflege und Wartung der Funktionsteile</li> </ol>	Demonstration, Selbsterfahrung mit Simulationsbrillen  Handleuchte, Lupe oder Lupen App
1 CU	Steuerung der Drucker über App und/oder Software	Demonstration, Übung

## Modul 4 - Einführung von sehbehinderten Teilnehmern in das Arbeiten mit Slicer Software

<b>Lernziel</b>	Am Ende dieses Moduls sind die Kursteilnehmer in der Lage, sehbehinderten Benutzern methodisch korrekt die Verwendung der Slicer Software (z.B.: Cura, IdeaMaker) zu vermitteln.	
<b>CU's</b>	<b>Thema</b>	<b>Anmerkung</b>
<b>4 CU's</b>	Erklärung wesentlicher Funktionen und Vermeidung von Fehlerquellen bei Verwendung mit Sehbehinderung.	
2 CU	Potenzielle Fehlerquellen bei der Bedienung durch sehbehinderte Benutzer: Diverse Ansichten (Solid, Layer X-Ray) <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Überprüfung der korrekten Positionierung (Rotieren, Verschieben)</li> <li>2. Überprüfen der Einstellungen</li> <li>3. Durchführen des Slicevorgangs</li> <li>4. Visuelle Überprüfung der Layer</li> </ol>	Demonstration, Selbsterfahrung mit Simulationsbrille
2 CU	Konfiguration und Hinzufügen von Druckern <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menüsteuerung</li> <li>2. Geräteparameter</li> <li>3. Potenzielle Fehlerquellen</li> <li>4. Sicherung und Wiederherstellen der Einstellungen</li> </ol>	Demonstration, Selbsterfahrung mit Simulationsbrille, Übung



## Modul 5 - Einführung von sehbehinderten Teilnehmern in die Bedienung von Autodesk Fusion360

<b>Lernziel</b>	Am Ende dieses Moduls sind die Kursteilnehmer in der Lage, sehbehinderten Benutzern die Einstellungen und Bedienung von Autodesk Fusion360 behindertengerecht zu vermitteln.	
<b>CU's</b>	<b>Thema</b>	<b>Anmerkung</b>
<b>11 CU's</b>	Optimierung der GUI für sehbehinderte Anwender. Verwendung der Basisfunktionen „Konstruktion“ und „Änderung“.	
2 CU	<p>Einführung in die Grafische Benutzeroberfläche und deren Anpassung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Ändern der Hintergrundfarbe</li> <li>+ Einstellung des Gitters</li> <li>+ Beliebte Shortcuts</li> <li>+ Werkzeug- und Menüleiste,</li> <li>+ Arbeitsbereich</li> <li>+ Browserpalette, Perspektivansicht, Zeitleiste</li> <li>+ Navigationsbereich, Kommentarfeld</li> <li>+ Kontextmenü</li> <li>+ Zeitachse</li> </ul>	Demonstration, Selbsterfahrung mit Simulationsbrille, Übung
3 CU	<p>Skizzen. Erstellen, Bearbeiten und Verschieben von Skizzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Das Skizzen-Menü</li> <li>+ Einstellungen des Hintergrundrasters</li> <li>+ Maßeinheiten und Bemaßung</li> <li>+ Auswählen und Löschen von Skizzen</li> <li>+ Erstellen von Auswahlsätzen</li> <li>+ Bearbeiten, Verschieben, Drehen und Kopieren von Skizzen</li> <li>+ Erstellen von Skizzen aus Fotos mit Einfügen und Ansichtsbereich</li> </ul>	Übung

<b>Lernziel</b>	Am Ende dieses Moduls sind die Kursteilnehmer in der Lage, sehbehinderten Benutzern die Einstellungen und Bedienung von Autodesk Fusion360 behindertengerecht zu vermitteln.	
<b>CUs</b>	<b>Thema</b>	<b>Anmerkung</b>
<b>11 CU's</b>	Optimierung der GUI für sehbehinderte Anwender. Verwendung der Basisfunktionen „Konstruktion“ und „Änderung“.	
3 CU	Erstellen von Volumenkörpern über das „Erstellen“-Menü <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Unterschied zwischen direkter und parametrischer Modellierung</li> <li>+ Arbeitsbereich „Modell“</li> <li>+ Kombinieren von Körpern</li> <li>+ Erstellen von Volumenkörpern mit Konstruktionswerkzeugen</li> <li>+ Extrusion</li> <li>+ Sweeping</li> <li>+ Drehen</li> <li>+ Anordnen</li> </ul>	Übung
2 CU	Exportieren von erstellten Konstruktionen als STL-Datei <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Über Dateimenü</li> <li>+ Über „Workbench“-Setup</li> </ul> Auswerten der STL-Datei	Übung
1 CU	Wie man sehbehinderten Schülern beibringt, ein Objekt von Anfang bis Ende zu erstellen	Übung

## Modul 6 - Nachbearbeitung von Bauteilen

<b>Lernziel</b>	Am Ende dieses Moduls sind die Kursteilnehmer in der Lage, sehbehinderte Anwender unter Berücksichtigung des Arbeitsschutzes, die Nachbearbeitung von Bauteilen zu vermitteln.	
<b>CU's</b>	<b>Thema</b>	<b>Anmerkung</b>
<b>3 CU's</b>	Tätigkeiten und Sicherheitsvorkehrungen in der Nachbearbeitung von FDM Bauteilen.	
1 CU	Erforderliche und geeignete Werkzeuge, Materialien und Schutzausrüstung zur Nachbearbeitung <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Klebstoffe</li> <li>+ Grundierungen und Lacke</li> <li>+ 3D Druckstifte</li> <li>+ Cutter und Messer</li> <li>+ Entgrater</li> <li>+ Seitenschneider</li> <li>+ Schutzbrillen</li> <li>+ Schutzhandschuhe</li> </ul>	
2 CU	Praktische Nachbearbeitung von FDM Bauteilen <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Beurteilung des Bauteils</li> <li>+ Auswahl der geeigneten Schutzausstattung</li> <li>+ Entgraten und Glätten der Oberfläche</li> <li>+ Füllen von Lücken</li> <li>+ Grundieren und Lackieren</li> <li>+ Verbinden von Bauteilen mit Klebstoffen</li> </ul>	Selbsterfahrung mit Simulationsbrille, Übung

## Modul 7 - Vorbereitung und Durchführung einer Lehrstunde

<b>Lernziel</b>	Am Ende dieses Moduls haben die Kursteilnehmer eine Lehrstunde zur Einführung in den FDM Druck für sehbehinderte Benutzer vorbereitet und methodisch durchgeführt.	
<b>CU's</b>	<b>Thema</b>	<b>Anmerkung</b>
<b>6 CU's</b>	Inhaltliche und methodische Vorbereitung und Durchführung von 3D-Druck Unterrichten für sehbehinderte Teilnehmer.	
4 CU	Vorbereitung einer Assessment- oder Unterrichtsstunde aus den Modulen 1-5 + Beachtung des Arbeitsschutzes + Beachtung der behinderungsgerechten Methodik und Zeitplanung	Einzelarbeit, freie Themenwahl
2 CU	Durchführung einer vorbereiteten Ausbildungsstunde	Durchführung mit Teilnehmern  Jeder Durchführende führt einen Ausschnitt seiner vorbereiteten Stunde (ca. 10-15 Minuten) durch  Bewertung durch Teilnehmer und restliche Teilnehmer. Abschließende Bewertung durch Kursleiter

## Stundenplan

Stunde	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
1.	Assessment der Teilnehmer Feststellung der Fähigkeit zur Bedienung der Slicer Software	Bedienung von FDM-3D-Druckern Aufbaus eines FDM Druckers	Arbeiten mit Slicer Software Fehlerquellen	Einführung in Fusion 360 Arbeiten mit Skizzen	360 Arbeiten mit Skizzen Nachbearbeitung von Bauteilen Praktische Arbeit
2.	Assessment der Teilnehmer Feststellung der Fähigkeit zur Bedienung der CAD Software	Bedienung von FDM-3D-Druckern Aufbaus eines FDM Druckers	Arbeiten mit Slicer Software Konfiguration	Einführung in Fusion 360 Erstellen von Volumenkörpern	Vorbereiten einer Lehrstunde
3.	Assessment der Teilnehmer Bedienung eines FDM Druckers nach Anleitung	Bedienung von FDM-3D-Druckern Vorbereiten des 3D Druckers	Arbeiten mit Slicer Software Konfiguration	Einführung in Fusion 360 Erstellen von Volumenkörpern	Vorbereiten einer Lehrstunde
4.	Verbesserung der Zugänglichkeit von FDM-Druckern für sehbehinderte Benutzer Auf tretende Probleme	Bedienung von FDM-3D-Druckern Vorbereiten des 3D Druckers	Einführung in Fusion 360 GUI	Einführung in Fusion 360 Erstellen von Volumenkörpern	Vorbereiten einer Lehrstunde
5.	Verbesserung der Zugänglichkeit von FDM-Druckern für sehbehinderte Benutzer Verbesserung der Barrierefreiheit	Bedienung von FDM-3D-Druckern Außerbetriebnahme	Einführung in Fusion 360 GUI	Einführung in Fusion 360 Erstellen von Volumenkörpern	Vorbereiten einer Lehrstunde
6.	Verbesserung der Zugänglichkeit von FDM-Druckern für sehbehinderte Benutzer Verbesserung der Barrierefreiheit	Bedienung von FDM-3D-Druckern	Einführung in Fusion 360 Arbeiten mit Skizzen	Einführung in Fusion 360 Export in STL Dateien	Durchführen einer Lehrstunde

Stunde	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
7.	Verbesserung der Zugänglichkeit von FDM-Druckern für sehbehinderte Benutzer  Bildschirmeinstellung	Bedienung von FDM-3D-Druckern  Bedienung über Software oder App	Einführung in Fusion 360  Arbeiten mit Skizzen	Nachbearbeitung von Bauteilen  Werkzeuge und Materialien	Durchführen einer Lehrstunde
8.	Verbesserung der Zugänglichkeit von FDM-Druckern für sehbehinderte Benutzer  Bedienung des FDM 3D Druckers	Arbeiten mit Slicer Software  Fehlerquellen	Einführung in Fusion 360  Arbeiten mit Skizzen	Nachbearbeitung von Bauteilen  Werkzeuge und Materialien	Kurs Feedback  Ausgabe der Teilnehmerzertifikate