



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

## ***Retningslinjer***

### ***Forbedring af tilgængeligheden af 3D- printeren for synshandicappede brugere***

Dokument til T4VIS-In3D trænerkurset

Udgivet af  
T4VIS-In3D projektkonsortium



Projektet " T4VIS-In3D" blev medfinansieret af "ERASMUS+"  
Europa-Kommissionens program

Europa-Kommissionens støtte til produktionen af denne publikation udgør ikke en godkendelse af indholdet, som kun afspejler forfatterens egne synspunkter, og Kommissionen kan ikke holdes ansvarlig for den brug, der måtte blive gjort af de der indeholdte oplysninger.

Denne vejledning er udgivet af T4VIS-In3D projektkonsortiet.

## Licensering

Undervisere for synshandicappede studerende introducerer 3D-print er licenseret under [Attribution- ShareAlike 4.0 International \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



## Trykt:

*januar 2022 af Berufsförderungswerk Düren gGmbH*

## T4VIS-In3D-projektkonsortiet:

### **Berufsförderungswerk Düren gGmbH** (Project co-ordination)

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

### **Fundacion Aspaym Castilla Y Leon**

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

### **Hilfsgemeinschaft der Blinden und Sehschwachen Österreichs**

Jägerstrasse 36, 1200 Wien, Austria, <https://www.hilfsgemeinschaft.at/>

### **Instituttet for Blinde og Svagsynede, IBOS**

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

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

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

### **NRCB**

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

## Indhold

|       |  |   |
|-------|--|---|
| 1     | Historien om 3D-printning .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 1.1   | Udvikling af 3D-fremstillingsprocesser ....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 1.2   | Forskelle mellem traditionelle og additive fremstillingsprocesser .....                            | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 2     | Passende 3D-printteknologi til fremstilling af taktile undervisningsmaterialer                     | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 2.1   | Tidligere metoder .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 2.2   | Fordele ved 3D-print .....   | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 2.3   | Nødvendige ressourcer .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 2.4   | Fordele og ulemper ved de forskellige metoder til at opnå designfiler .                            | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 2.4.1 | Filer fra arkiver .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 2.4.2 | Med CAD-programmer selvdesignede filer .....   | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 2.4.3 | Re-design med 3D-scanner .....   | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 3     | Introduktion til FDM og SLA 3D printteknologi .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 3.1   | Konstruktion og funktionalitet af FDM-printere .....   | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 3.1.1 | Filamenter .....   | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 3.1.2 | Nødvendigt værktøj .....   | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 3.1.3 | Nødvendigt sikkerhedsudstyr .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 3.2   | Konstruktion og funktionalitet af SLA-printere .....   | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 3.2.1 | Harpiks .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 3.2.2 | Nødvendigt værktøj .....   | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 3.2.3 | Nødvendigt sikkerhedsudstyr .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 3.3   | Sammenligning af SLA og FDM printmetoder til fremstilling af taktile undervisningsmaterialer ..... | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 4     | Re-design med 3D-scanner .....   | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 4.1   | Eksempel på en overkommelig 3D-scanningsløsning .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 4.2   | Struktureret lysscanner .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 4.3   | Billedbaserede metoder .....   | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 5     | Liste over illustrationer .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 6     | Bibliografi .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |

## 1 Generel

Denne vejledning er beregnet til at give undervisere råd om, hvordan man gør det muligt for deltagere med synshandicap at betjene forskellige 3D-printere. Man sørger for ikke at foretage nogen strukturelle ændringer på maskinerne, som ville begrænse deres funktionalitet eller garanti.

Ligeledes sørges der for at lave så få justeringer af apparaterne som muligt, eller at demonstrere løsninger med en lille indsats.

Da den tekniske udvikling af 3D-printere også vil gøre betydelige fremskridt i forhold til brugervenlighed, refererer disse anbefalinger til den generation af maskiner, der vil blive brugt i projektet.

## 2 Tilpasning Hard- og SoftwareBasics

### 2.1 Grundlæggende

FDM-printere, der anvendes i den kommercielle sektor, har normalt et lukket hus eller et modulært kabinet. Dette giver frontal adgang til installationsrummet via en dør eller luge. Utsigtet adgang til installationsområdet og de bevægelige og opvarmede komponenter er derfor stort set umuligt.

Indkapslinger eller huse lavet af akrylglas kan forårsage reflekser ved visse øjenlidelser. Brugen af kantfilterbriller kunne her til dels være et middel.

I mange tilfælde kan betjeningen af enhederne hos målgruppen blive vanskeligere, fordi kontrasterne mellem samlinger, betjeningselementer og materialer er for svage. Disse problemer kan i mange tilfælde afhjælpes ved simple løsninger og bedre belysning.

### 1.1 Enheden vises

FDM-printere har normalt et LCD-display indbygget i enheden til driftsformål. Skærmens størrelse, farve og kontrast varierer meget. Nogle producenter tilbyder en justering af displayets lysstyrke via systemmenuen.



**Figur 1** Monokrom visning af Ultimaker 3 Extended



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





**Figure 2 Farvedisplay på Rise3D Pro2**

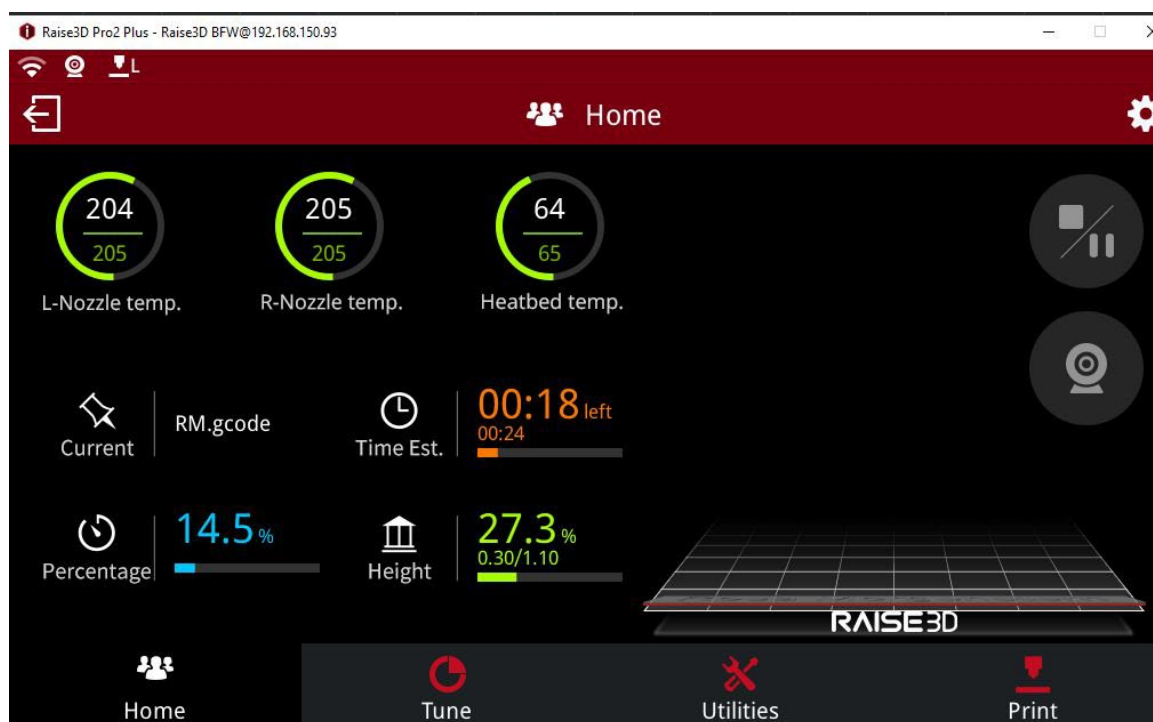
I nogle tilfælde kan displayet stadig være for lille og/eller mangle kontrast på trods af justeringsmuligheder.

Brugen af bordlupper kan her tilbyde en enkel, men effektiv løsning. Prisbillige bordlupper kan findes i gør-det-selv-sektoren til lodning eller kunsthåndværk. Disse lupper er justerbare over flere akser og har trods deres lave indkøbspris den nødvendige stabilitet.

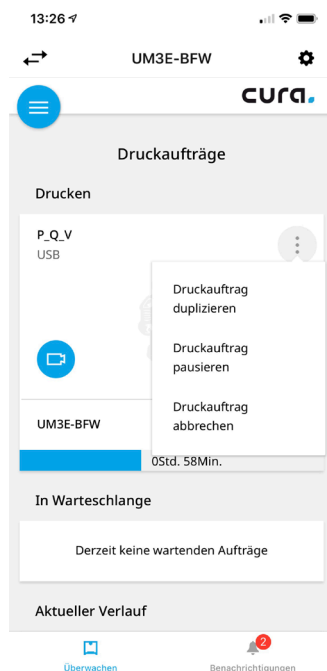


**Figur 3 Brug af en bordlup til at læse displayet**

For professionelle printere er betjening via displayet ofte ikke absolut nødvendig, da omfattende betjening via en arbejdsstationscomputer er mulig via LAN eller WLAN. Ultimaker tilbyder også en app til iOS og Android smartphones og tablets. Betjening via computer eller mobilenhed kan således være meget nemmere for maskinførere med synshandicap.



Figur 4 IdeaMaker- software til online kontrol af Raise3D-printeren



Figur 5 Ultimaker smartphone app til betjening af 3D printere



## 1.2 Eksempler på kontrastforstærkning af komponenterne

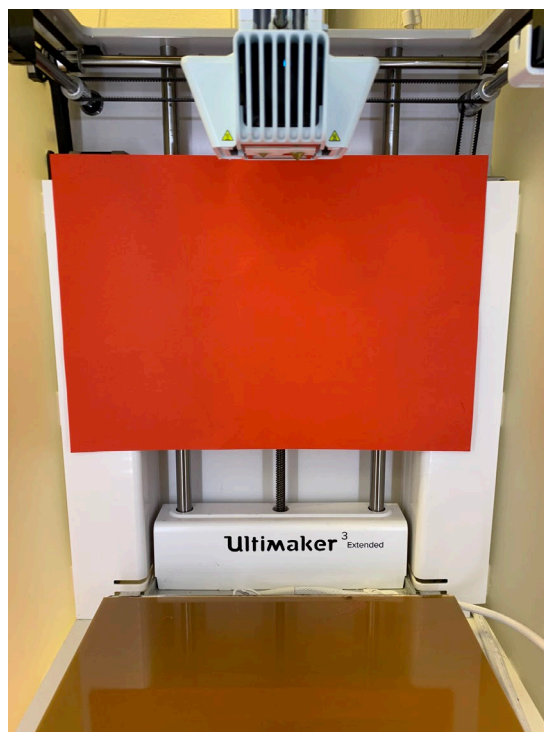
### 1.2.1 Byg Plade/Print Bed

Kontrasten af printlejet kan give problemer ved forskellige operationer.

1. ved nivellering/justering af afstanden mellem dyserne
2. ved vurdering af printresultatet af de første lag
3. ved fjernelse af små eller sarte komponenter

#### 1.2.1.1 Udjævning af printlejet

Selvom moderne 3D FDM printere har en automatisk nivelleringsfunktion, skal der foretages en grundlæggende justering ved første opstart eller efter transport. Operatøren skal bruge en følemåler til at indstille afstanden mellem ekstruderdysen og printlejet. Ideelt set gøres dette ved at se på ekstruderen i højden af printlejet. Afhængigt af husets farve kan dette give vanskeligheder ved udførelse og genkendelse af følemåleren. Dette kan også afhjælpes på en enkel måde.



Figur 6Øg kontrasten med farvet pap

Ved at fastgøre et farvet karton bagpå kan kontrasten øges efter operatørens krav. Om nødvendigt kan der også placeres en smal strimmel på printlejet bag ekstruderen.

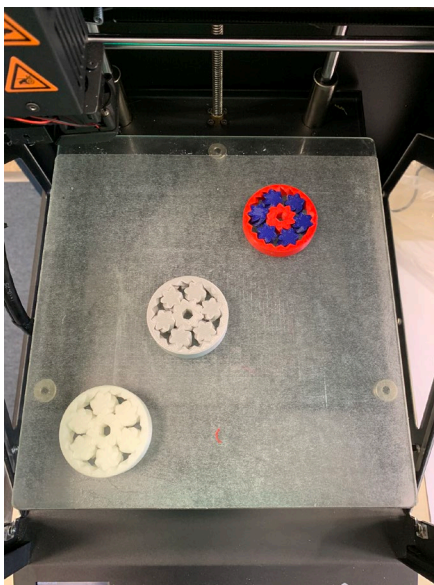


### 1.2.1.2 Vurdering af printresultatet og fjernelse af komponenterne

Til uopvarmede printbede vælges normalt glas som materiale til printlejet. Dette kan nemt dækkes med klæbende tape eller 3M "Scotch Blue Tape" malertape for at styrke vedhæftningen. Sidstnævnte giver god kontrast mod de fleste filamentfarver (undtagen blå). Dette gør det muligt at vurdere trykresultatet og modelkroppen. Men at løsne komponenterne kræver spatel og en vis mængde kraft.

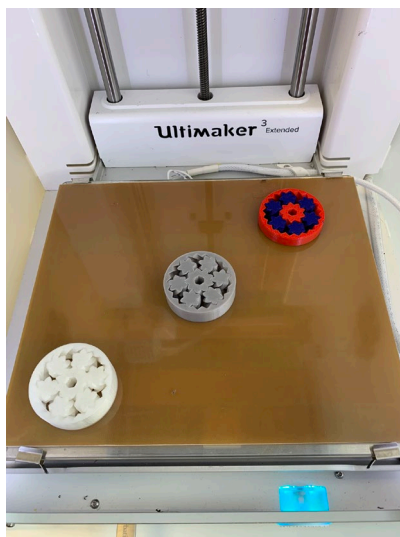
Industrielle 3D-printere bruger normalt en opvarmet printseng. Overfladerne er meget forskellige og kan være lavet af glas, aluminium eller belagt aluminium/metal.

Med ubelagte materialer kan printlejet også dækkes med ovennævnte Bluetape eller beige Kapton tape for at forbedre vedhæftningen. Også her er det nødvendigt at løsne komponenterne med værktøj.



Figur 7Uopvarmet printseng af glas med lav kontrast

Et godt alternativ til at forbedre vedhæftningsevnen, især med materialer, der kræver højere temperaturer, tilbydes af permanent trykplade lavet af plast. Med disse puder frigives komponenterne automatisk, så snart temperaturen på trykpladen synker under 27°C. Derudover giver de en god kontrast til de gængse hovedfarver.



**Figur 8 Permanent trykplade med øget kontrast**

Ved at anskaffe trykpladerne giver du samtidig den fordel, at undersiden af modellerne er glat. Materialets opløselighed betyder også, at utilsigtede skader kan undgås.

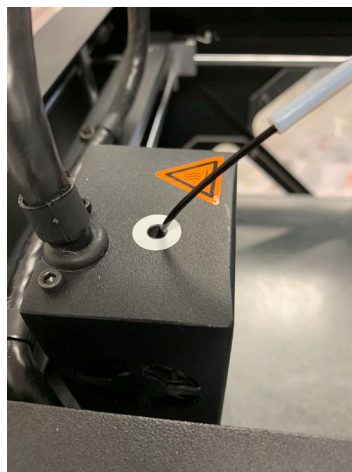
## 1.2.2 Filament vejledning

Med nogle ekstrudere er fremføringen af filamentet ikke mekanisk styret. I disse tilfælde kan fremføringen af filamentet være vanskelig i tilfælde af synsedsættelse og afhængigt af farvedesignet på ekstruderhuset.



**Figur 9** Filamentfremføring uden markering

Her kan simple værktøjer også bruges til at yde assistance . Filamentføringen kan markeres med farvede markeringer, f.eks.: med hulførstærkere.



**Figur 10** Høj kontrast mærkning af det filament guide

## 2 Liste over figurer

|   |    |
|---|----|
| Figur 1 Monokrom visning af Ultimaker 3 Extended .....                  | 4  |
| Figur 2 Farvevisning af Rise3D Pro2 .....                               | 6  |
| Figur 3 Brug af en bordlup til at læse displayet .....                  | 6  |
| Figur 4 IdeaMaker-software til onlinestyling af Raise3D-printeren ..... | 7  |
| Figur 5 Ultimaker smartphone-app til betjening af 3D-printere .....     | 7  |
| Figur 6 Øg kontrasten med farvet pap .....                              | 8  |
| Figur 7 Uopvarmet printseng lavet af glas med lav kontrast .....        | 9  |
| Figur 8 Permanent trykplade med øget kontrast .....                     | 10 |
| Figur 9 Filamentfremføring uden markering .....                         | 11 |
| Figur 10 Højkontrastmarkering af filamentstyret .....                   | 11 |