

Über diesen Workshop

Praxis Stationen

Theoretischer Input

Einstieg 3D-Druck



Über das Projekt

3

3D-Drucken

2

3D-Modellieren

3D-Reparatur

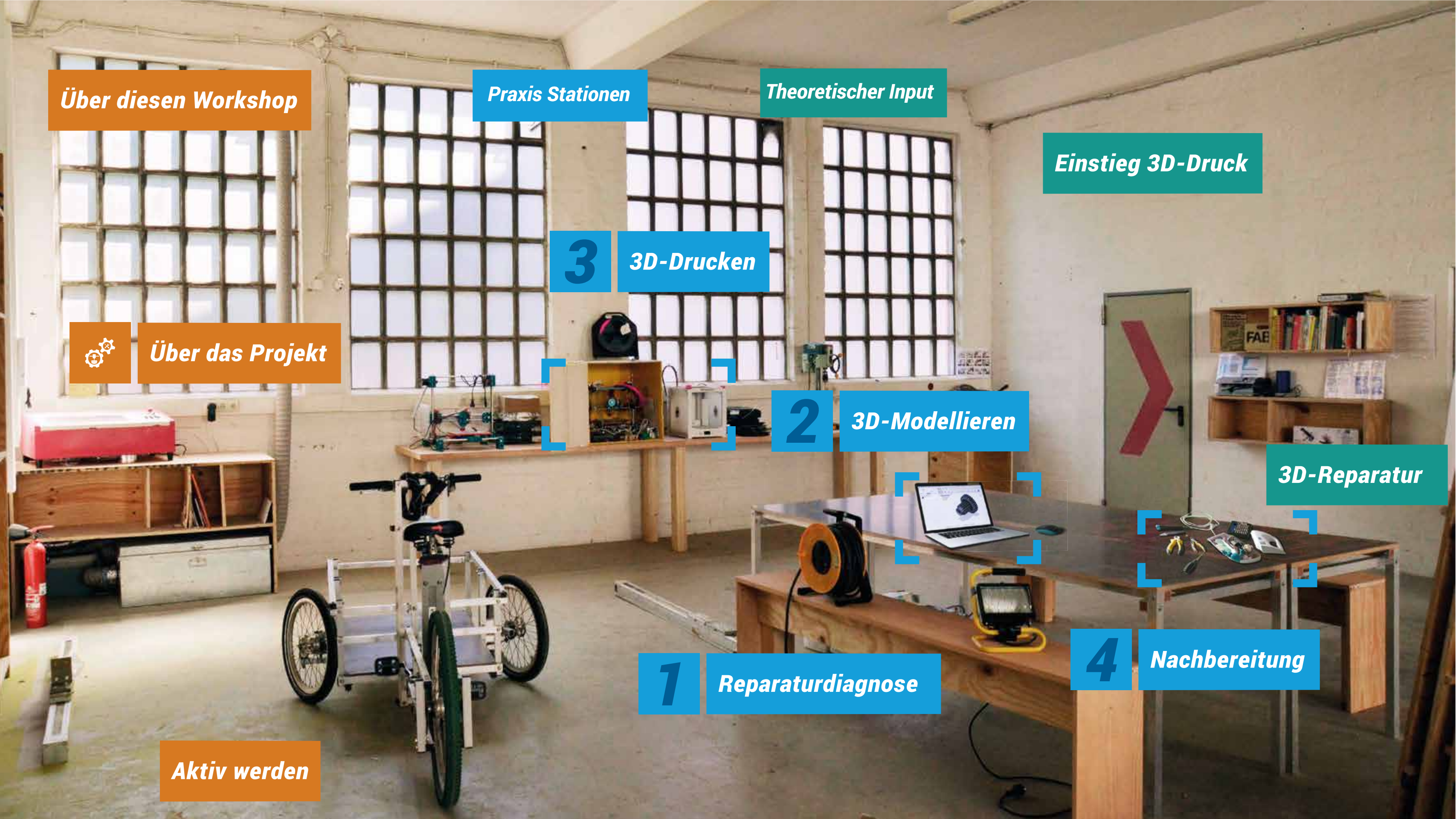
1

Reparaturdiagnose

4

Nachbereitung

Aktiv werden



Über diesen Workshop

Workshopinhalt

ANHANG

Workshopinhalt

» Was beinhaltet dieser Workshop?



Aufwärmen

- Kennenlernen / Vorstellungsrunde
- Projektvorstellung

Theorie

- Einführung 3D-Druck
- Einführung 3D-Reparatur

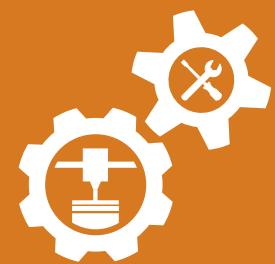
Praxis

- 3D-Reparatur an 4 Stationen

Anwendungsfall

- Entwicklung von Vernetzungsformaten zur Integration in eigenes Umfeld & Prozesse

Abschluss

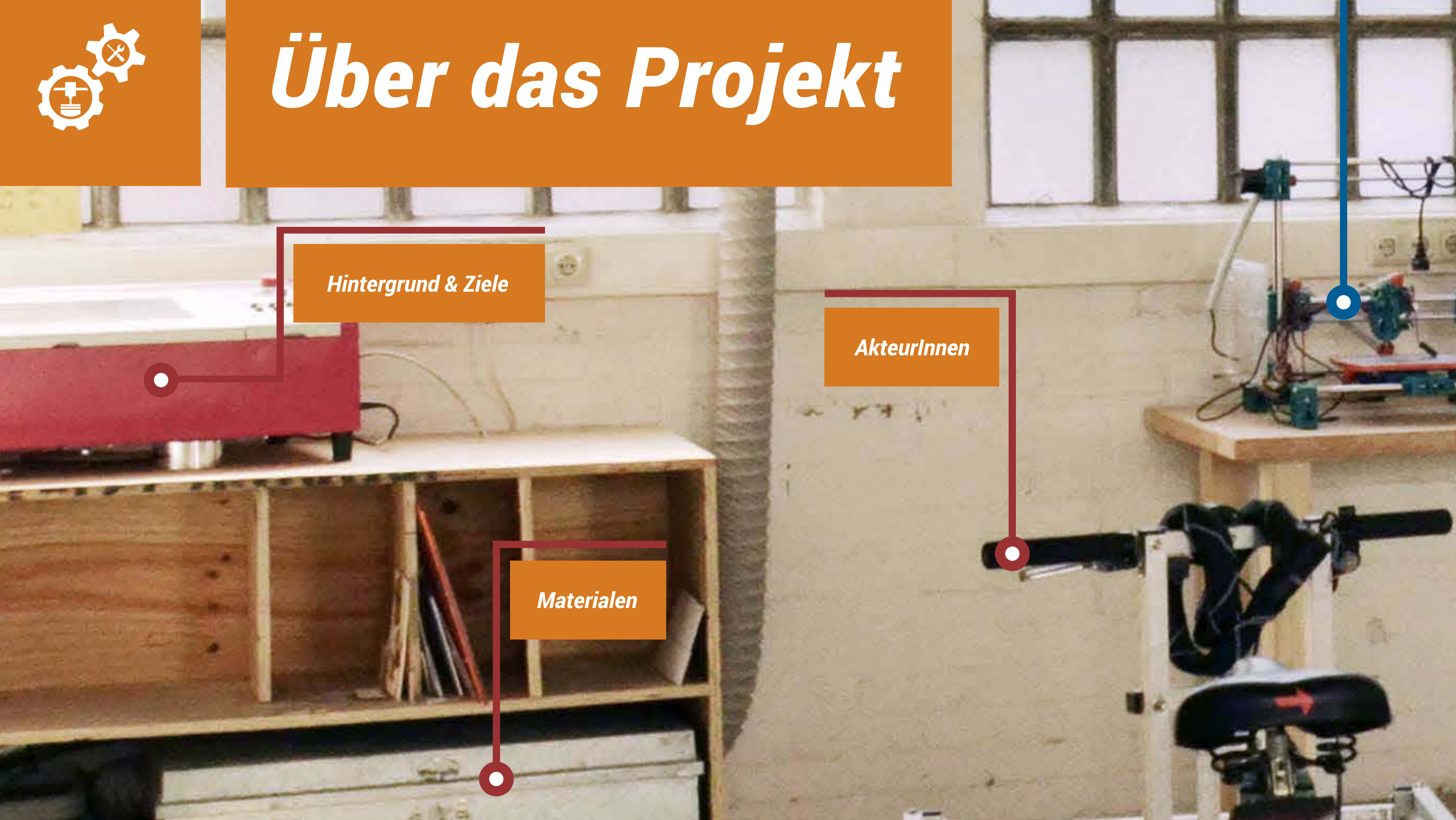


Über das Projekt

Hintergrund & Ziele

AkteurInnen

Materialen



Hintergrund & Ziele

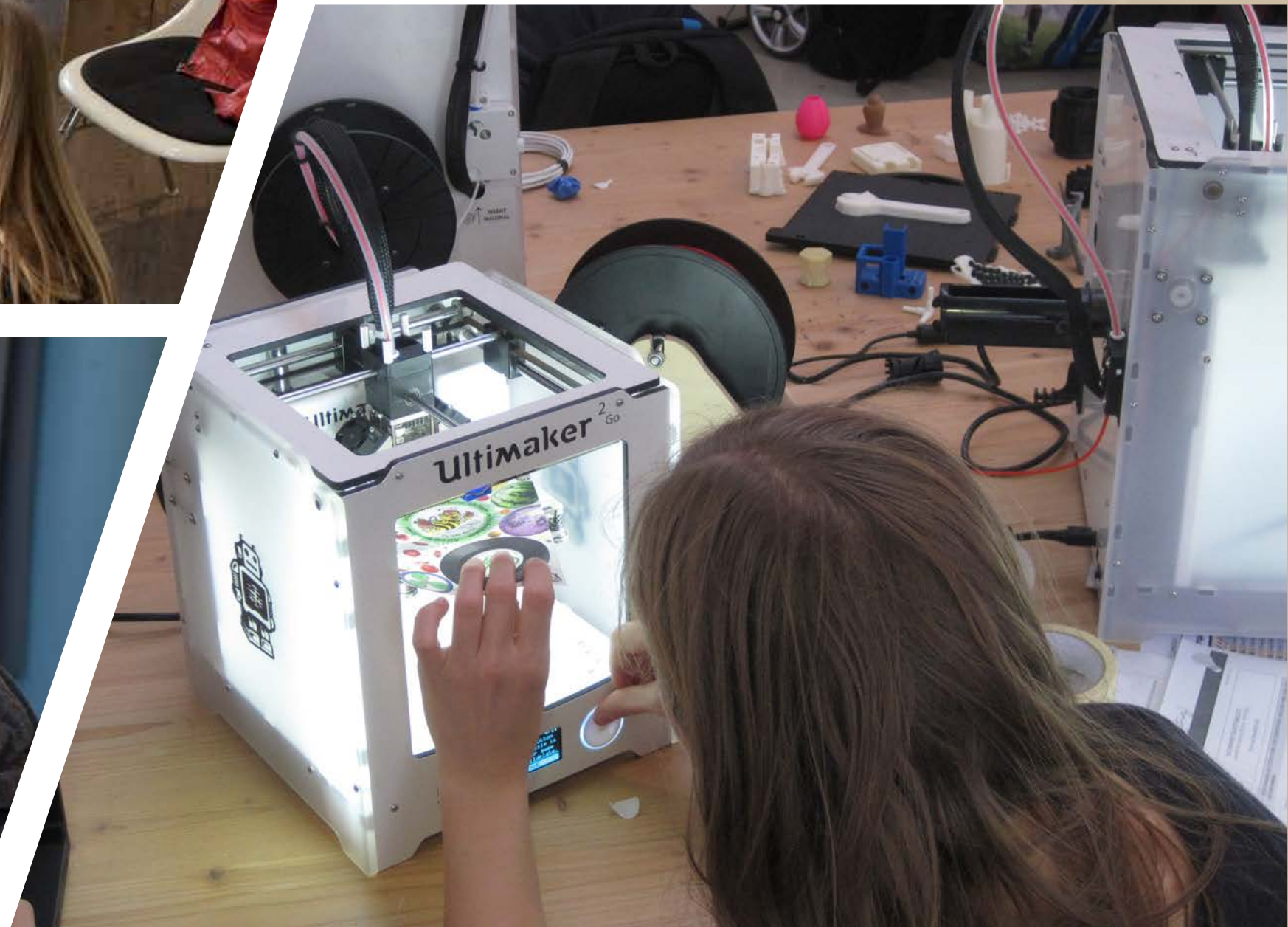
» Welche Ziele verfolgt das Projekt?

Elektroschrott weltweit



AkteurInnen

» Wer, wie mit wem?



Materialien

» Was gibt's sonst noch?

<https://3d-reparatur.de>

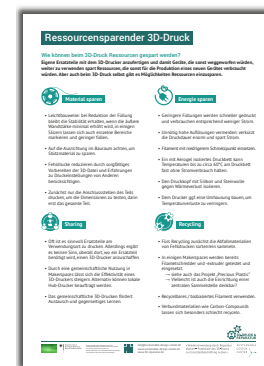
Website & Blog

- weiterführende Infos und Anlaufstellen
- Linklisten
- Textbausteine für Öffentlichkeitsarbeit
- Printmaterialien zum Download

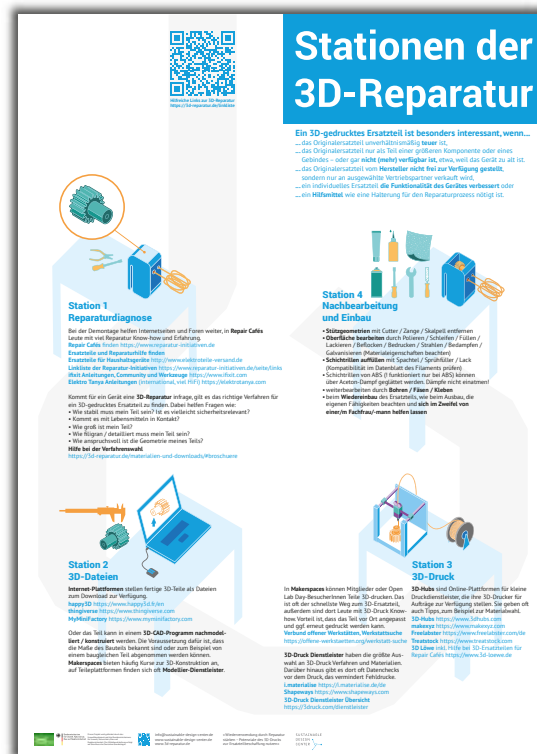
Broschüre



Infozettel

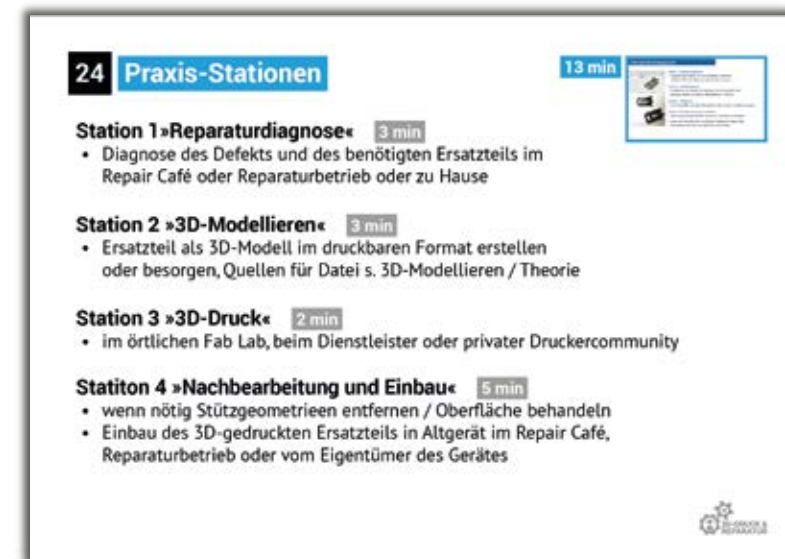
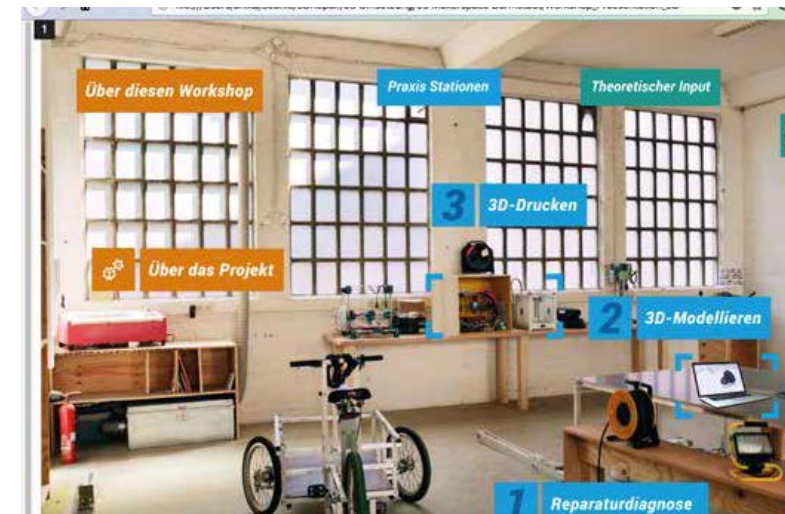


Poster A0



Workshopkonzept

- Präsentation & Moderationskarten



Theoretischer Input

»Was muss ich zum Thema 3D-Druck & Reparatur alles wissen?



3D-Druck-Verfahren

- speziell FDM / Schmelzschichtverfahren

3D / CAD-Modelle

- woher beziehen

Geeignete Ersatzteile

- für die 3D-Reparatur

Vorteile / Nachteile 3D-Ersatzteil-Druck

- im Vergleich zu Spritzguss

Einstieg 3D-Druck

3D-Druck-Verfahren

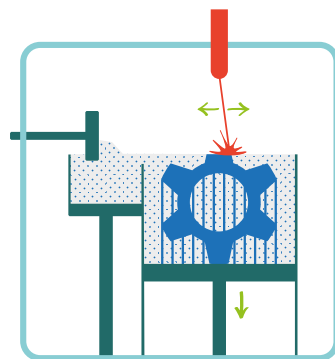
Schmelzschicht-Verfahren

3D / CAD-Modelle

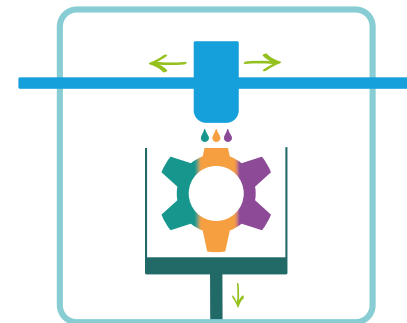


3D-Druck-Verfahren

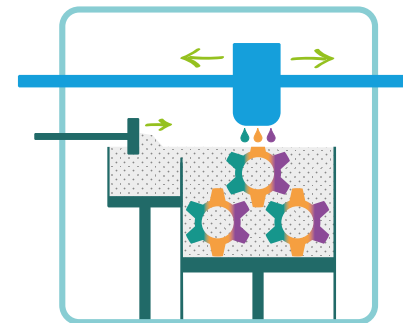
» Welche 3D-Druck-Verfahren gibt es?



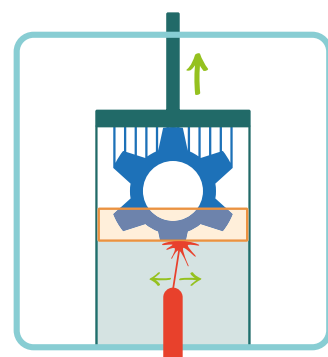
SLM
Metal Printing



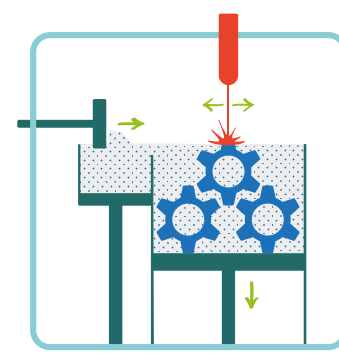
Material Jetting
PolyJet / MultiJet



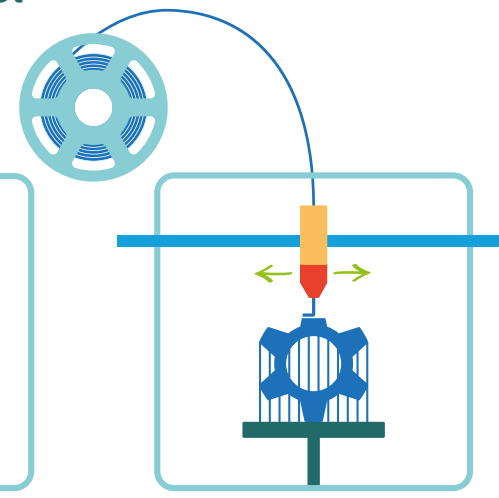
Binder Jetting



SLA
Stereolithography /
Digital Light Processing



SLS
Selective Laser
Sintering



FDM
Fused Deposition
Modeling

- allen gemein ist der schichtweise Aufbau des Druckerzeugnisses

Kategorisierung der additiven Fertigung nach

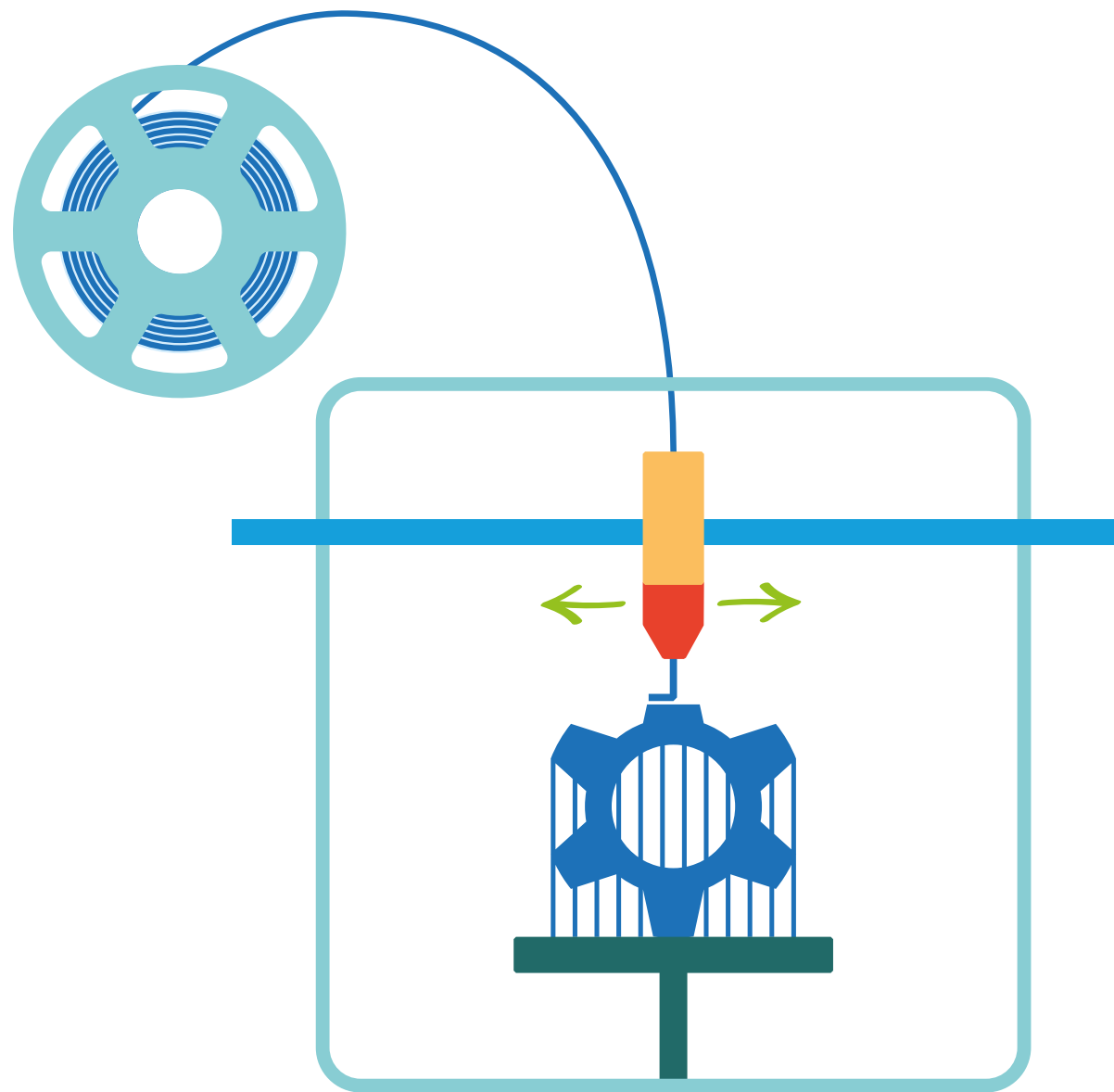
- verwendetem Material
- Zustand des Rohmaterials (Strang, Pulver, Harz...)
- Fertigungsverfahren

Verfahren unterscheiden sich in

- verwendbarem Werkstoff
- realisierbarer Genauigkeit
- mechanischer Qualität
- Ausmaß des Druckbauraums
- Kosten des Drucks

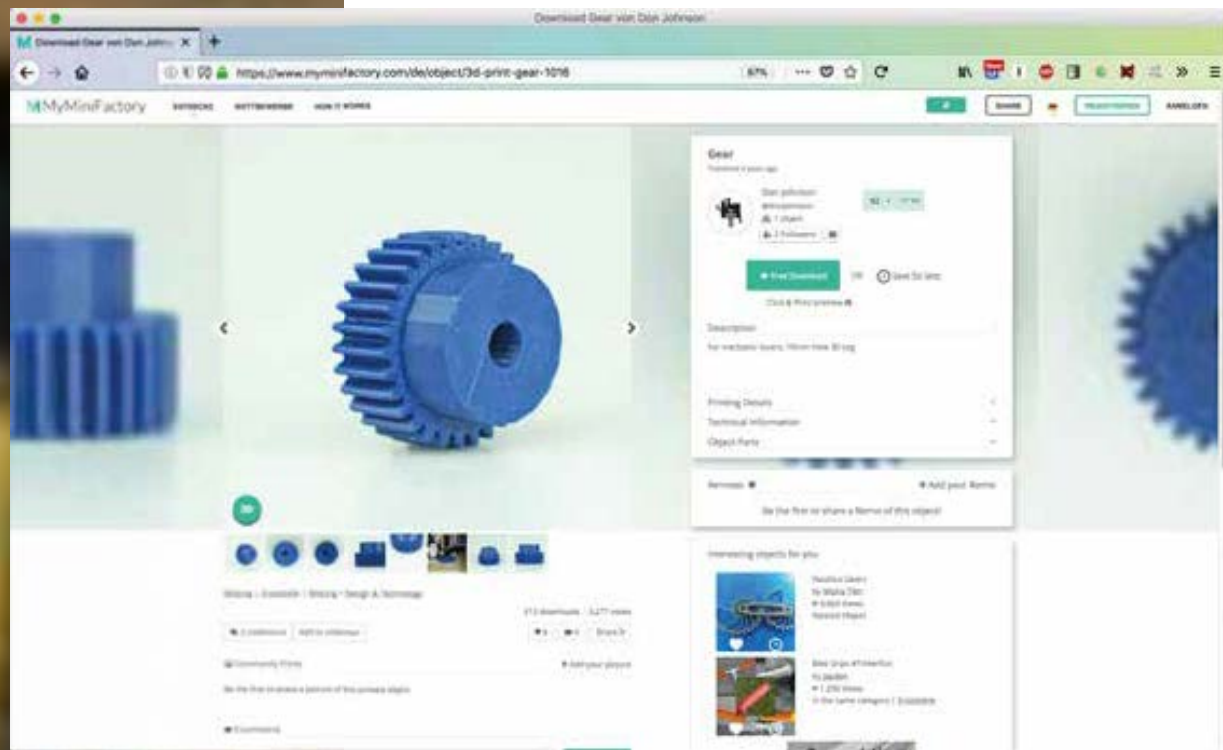
Schmelzschicht-Verfahren

»Wie funktioniert „Fused Deposition Modeling“?»

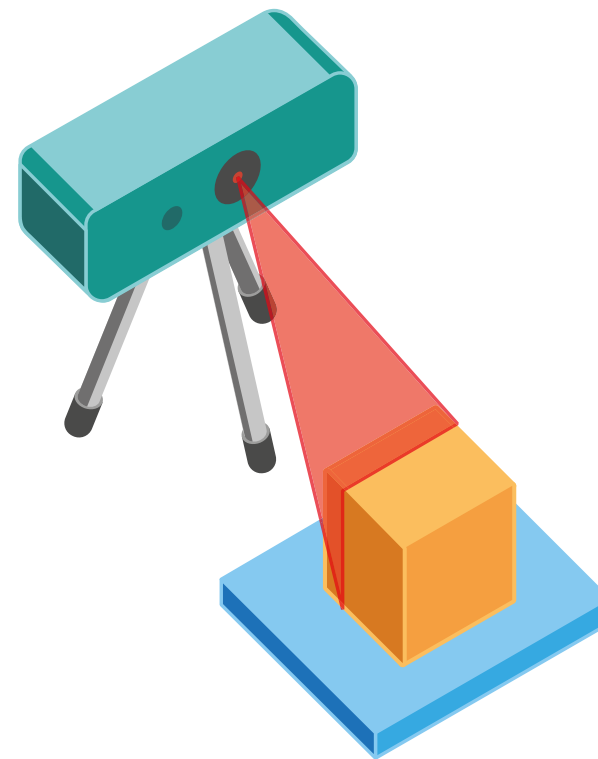


3D / CAD-Modelle

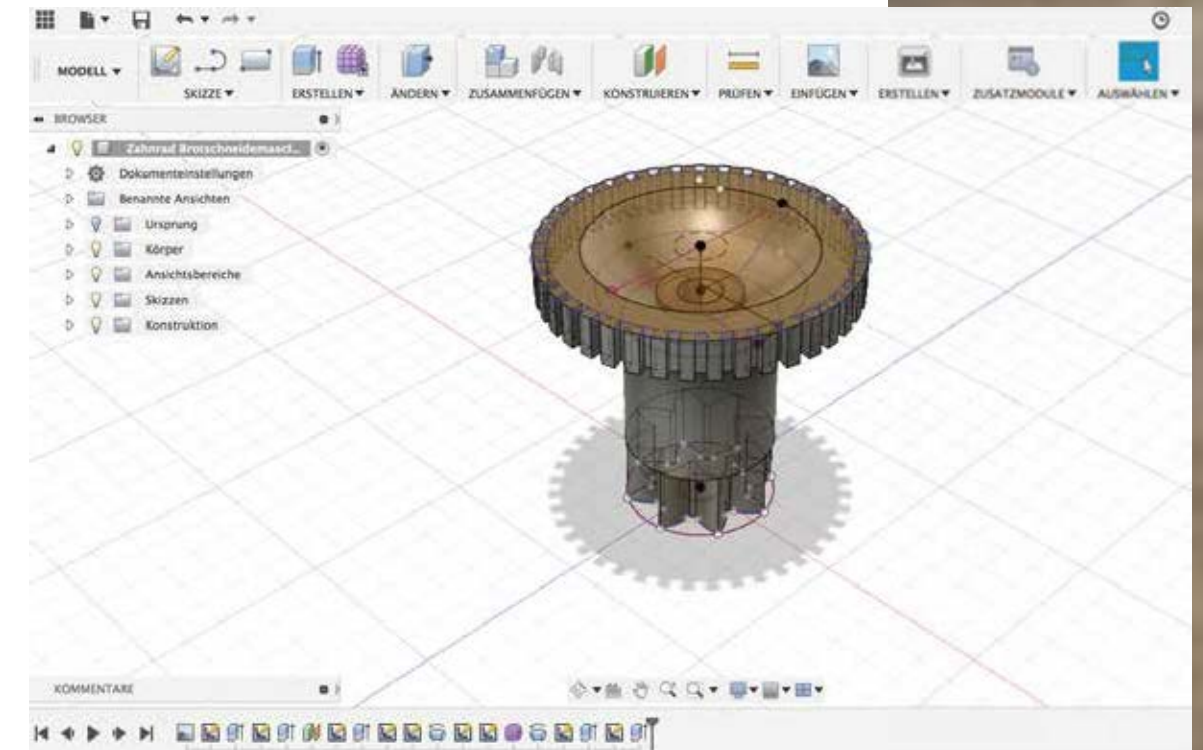
»Wie komme ich eigentlich an ein 3D-Modell?



Herunterladen von einer
Online-Plattformen



3D-Scannen



Selbst modellieren oder
modellieren lassen

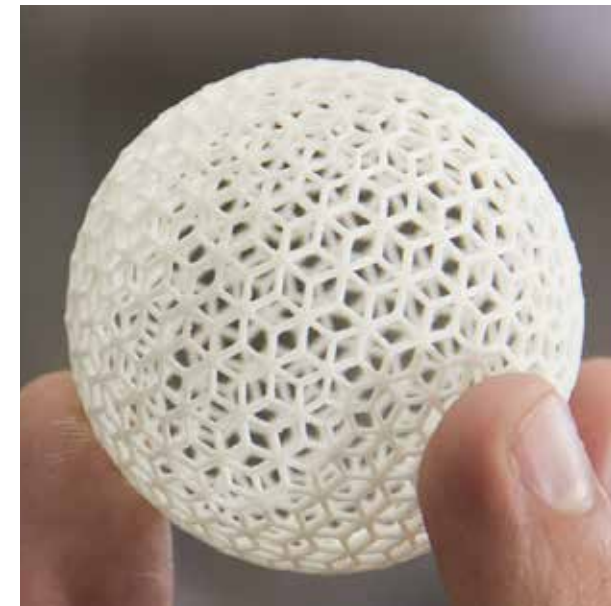
geeignete Ersatzteile

Vorteile / Nachteile

3D-Reparatur

Vorteile / Nachteile

» Wann ist 3D-Druck für die Reparatur sinnvoll?



geeignete Ersatzteile

»Welche Teile eignen sich für die 3D-Reparatur, welche nicht?



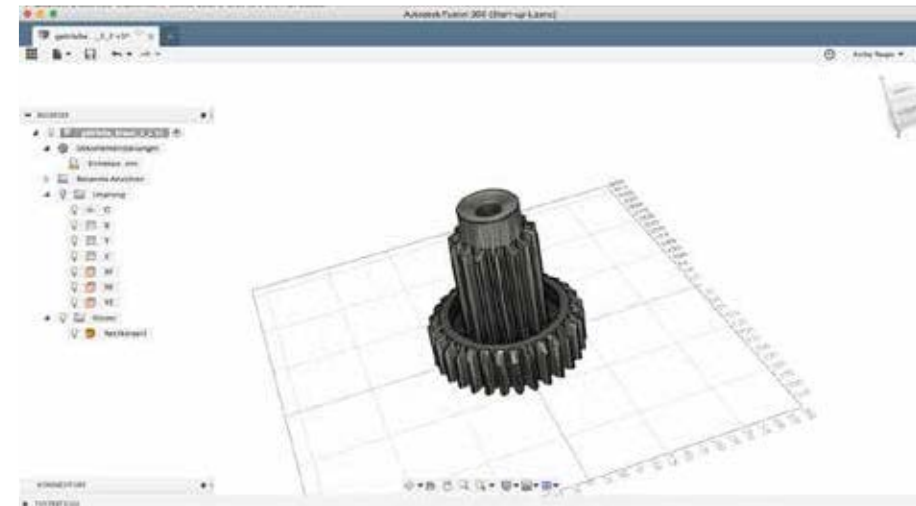
Praxis Stationen

»Wie läuft eine 3D-Reparatur ab?«

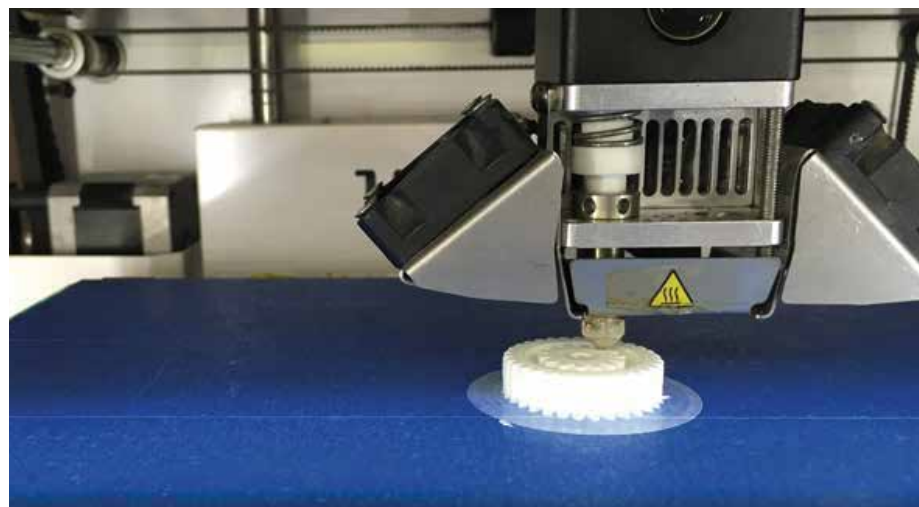
Station 1 »Reparaturdiagnose«



Station 2 »3D-Modellieren«



Station 3 »3D-Druck«



Station 4 »Nachbearbeitung und Einbau«



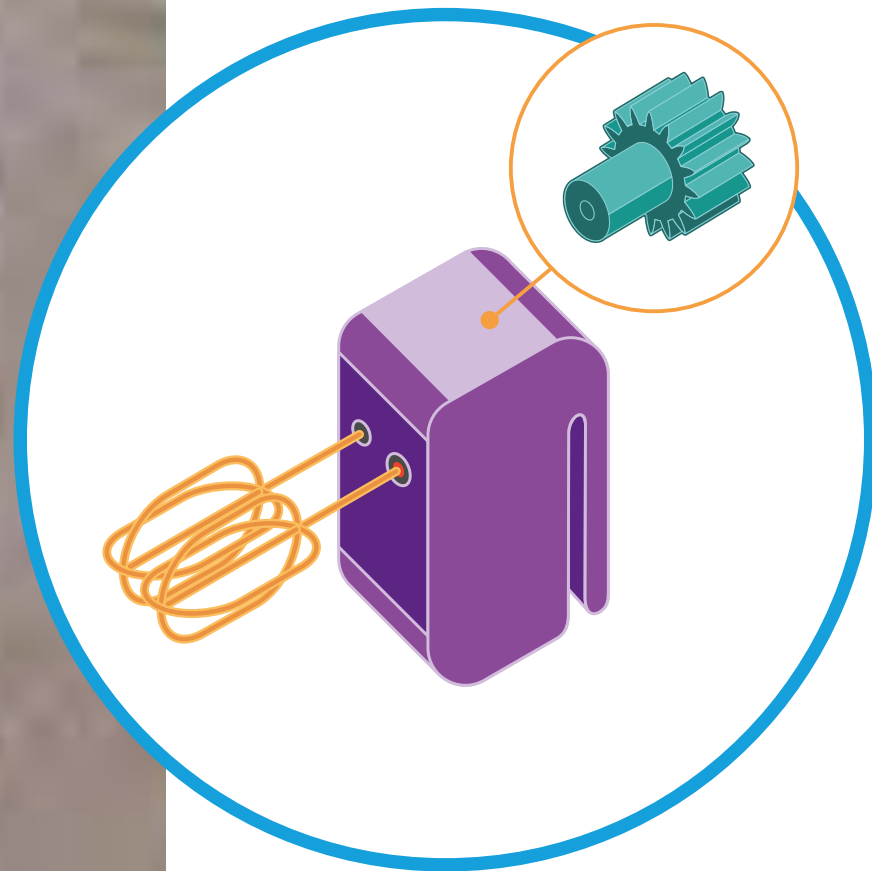
1

Reparaturdiagnose

Vor der Reparatur

Vor der Reparatur

»Kann ich das Drucken?



Wie stabil muss mein Teil sein?

- Ist es vielleicht sicherheitsrelevant?

Welche Ansprüche muss das Material erfüllen?

- temperaturbeständig?
- chemikalienbeständig?
- UV-beständig?

Wie groß ist mein Teil?

Wie filigran / detailliert muss mein Teil sein?

2

3D-Modellieren

3D / CAD-Programme

Plattformen

Dateiformate & Modellarten

Toleranzen & Wandstärken



Plattformen

» Wo gibt's fertige 3D / CAD-Daten?



Onlineplattformen für 3D / CAD-Daten

- 👉 <https://www.myminifactory.com/de>
- 👉 <https://www.thingiverse.com>
- 👉 <https://www.traceparts.com/de>

...

3D-Druck Dienstleister

- 👉 <https://www.3dhubs.com>
- 👉 <https://makexyz.com>
- 👉 <https://www.treatstock.com>

...

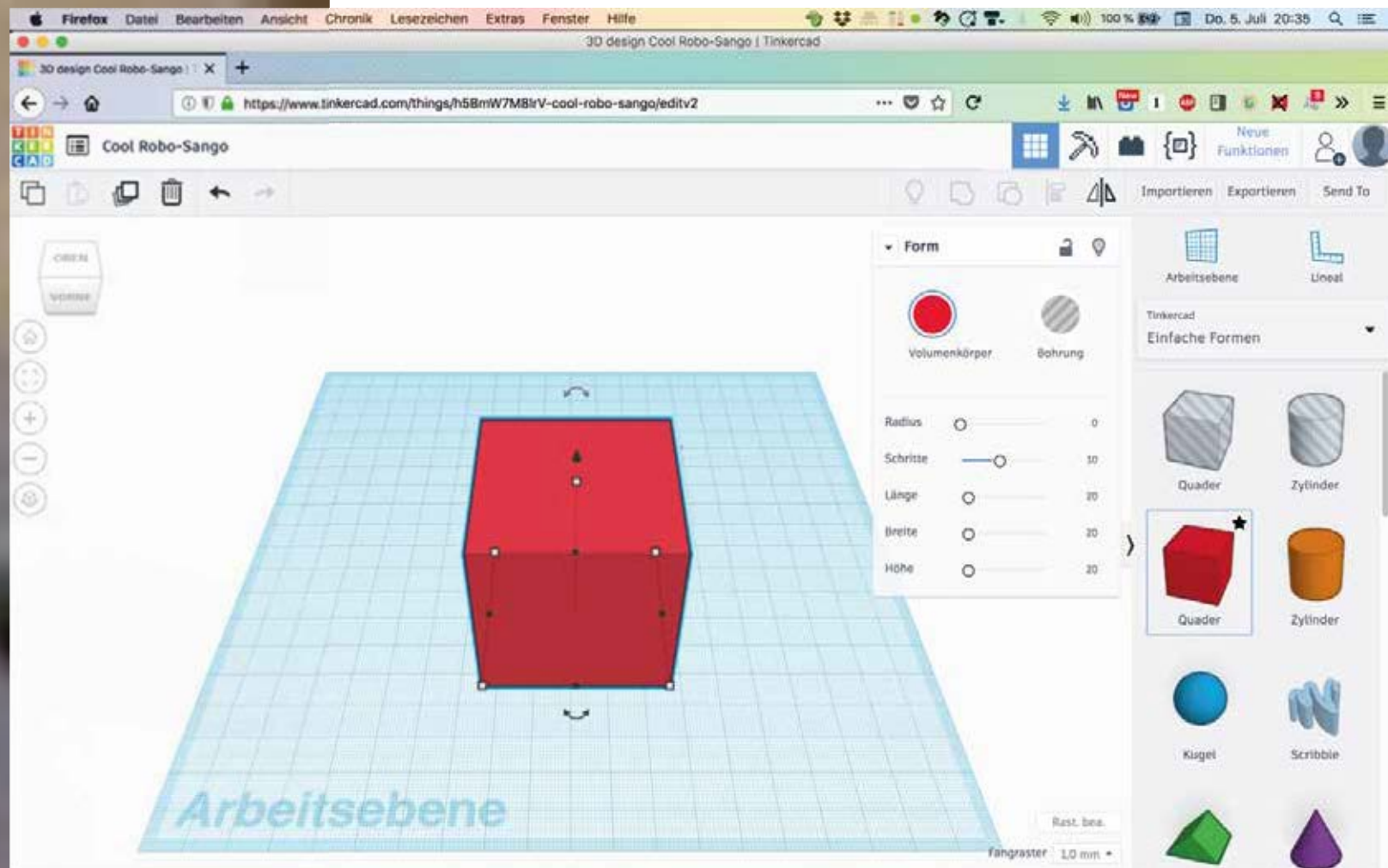
umfangreiche Liste mit Plattformen auf

👉 <https://3d-reparatur.de/linkliste>

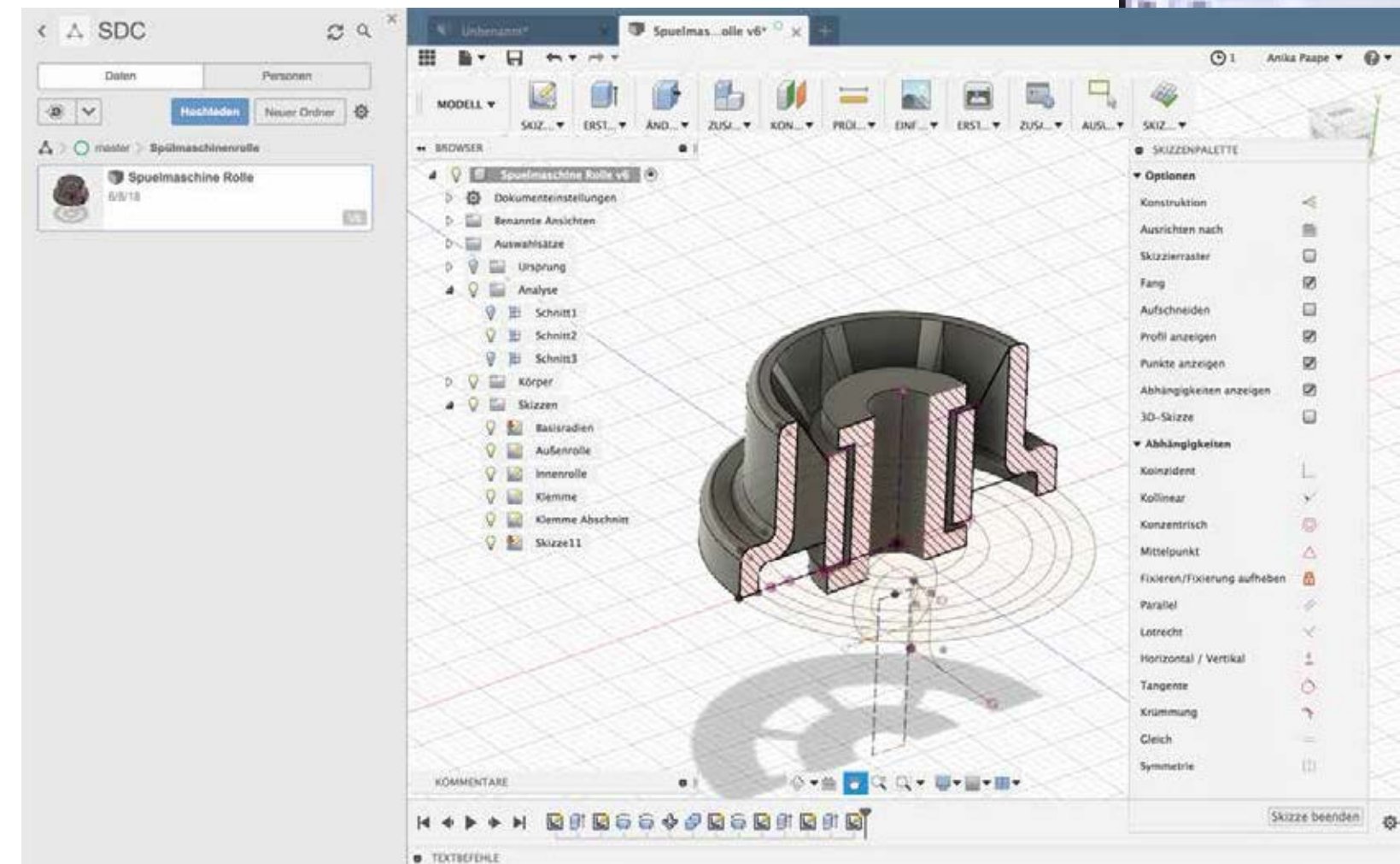
3D / CAD-Programme

»Mit welchen Programmen lassen sich 3D / CAD-Dateien erstellen?

Autodesk Tinkercad



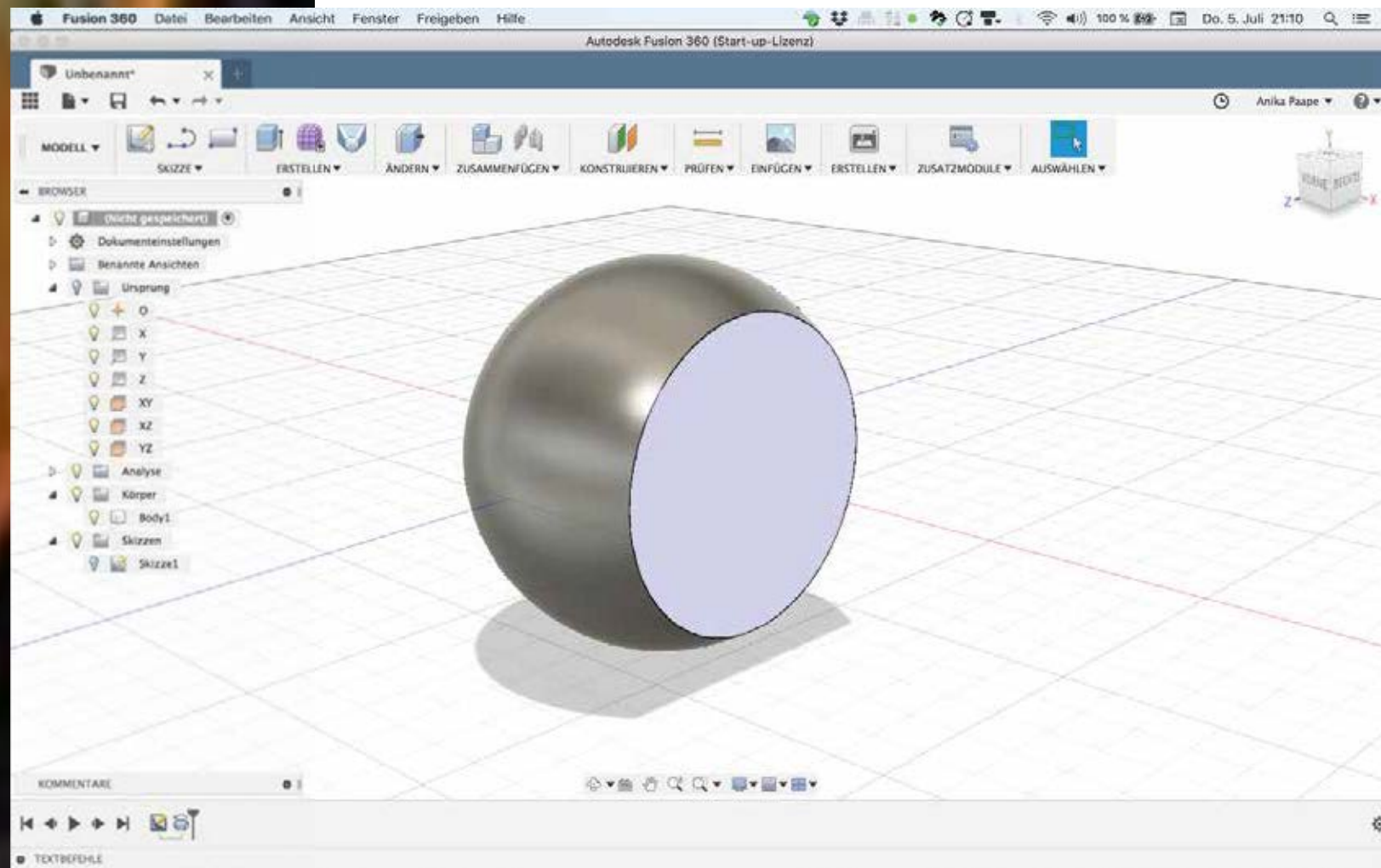
Autodesk Fusion 360



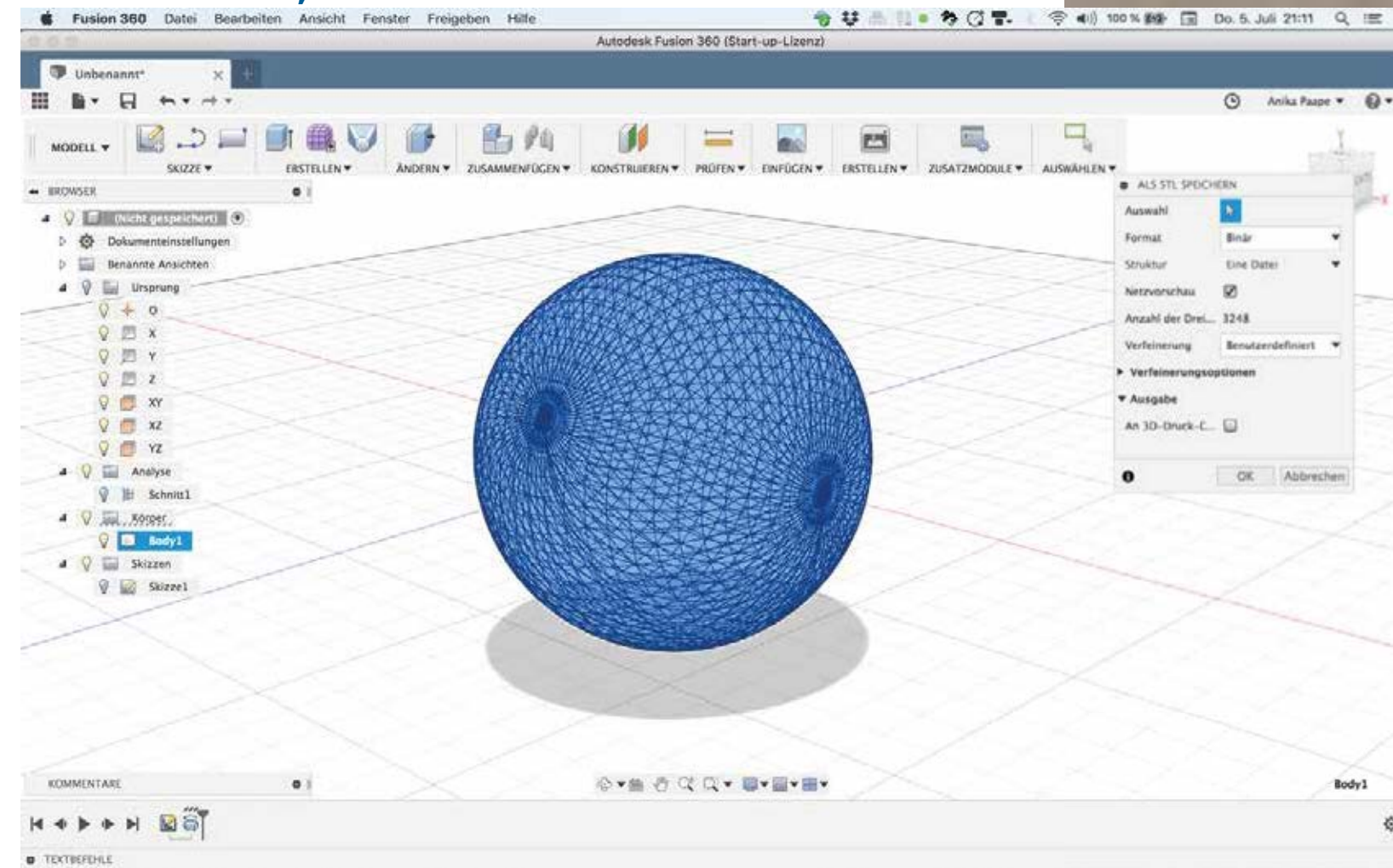
Dateiformate & Modellarten

»Mit welchen Hilfsmitteln lassen sich 3D / CAD-Dateien erstellen?

Volumenmodell

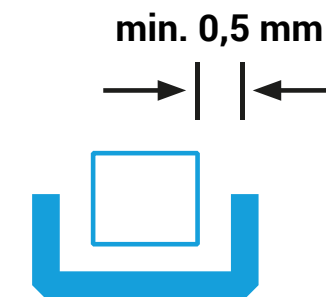
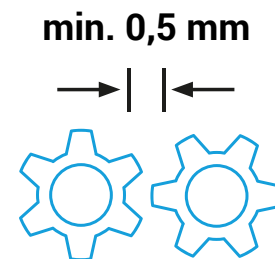
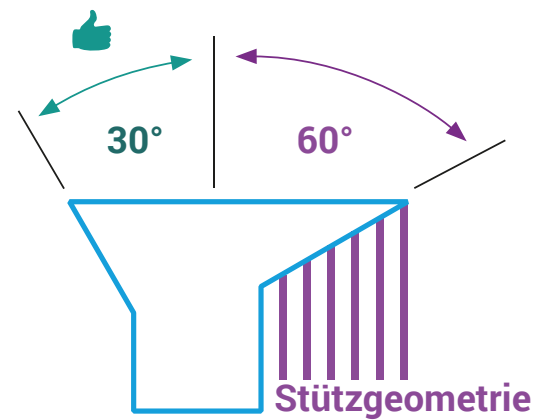
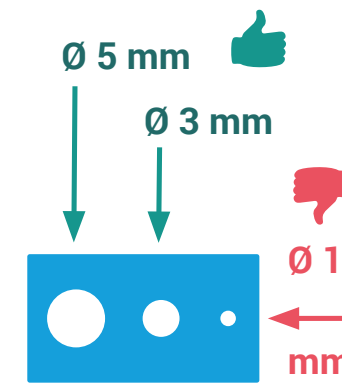
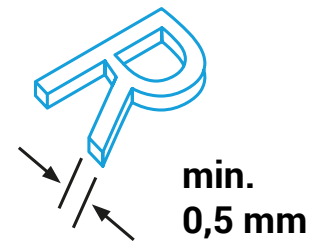
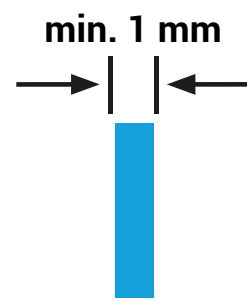


Flächenmodell, STL



Toleranzen & Wandstärken

»Was muss ich beim Konstruieren beachten?



3

3D-Drucken

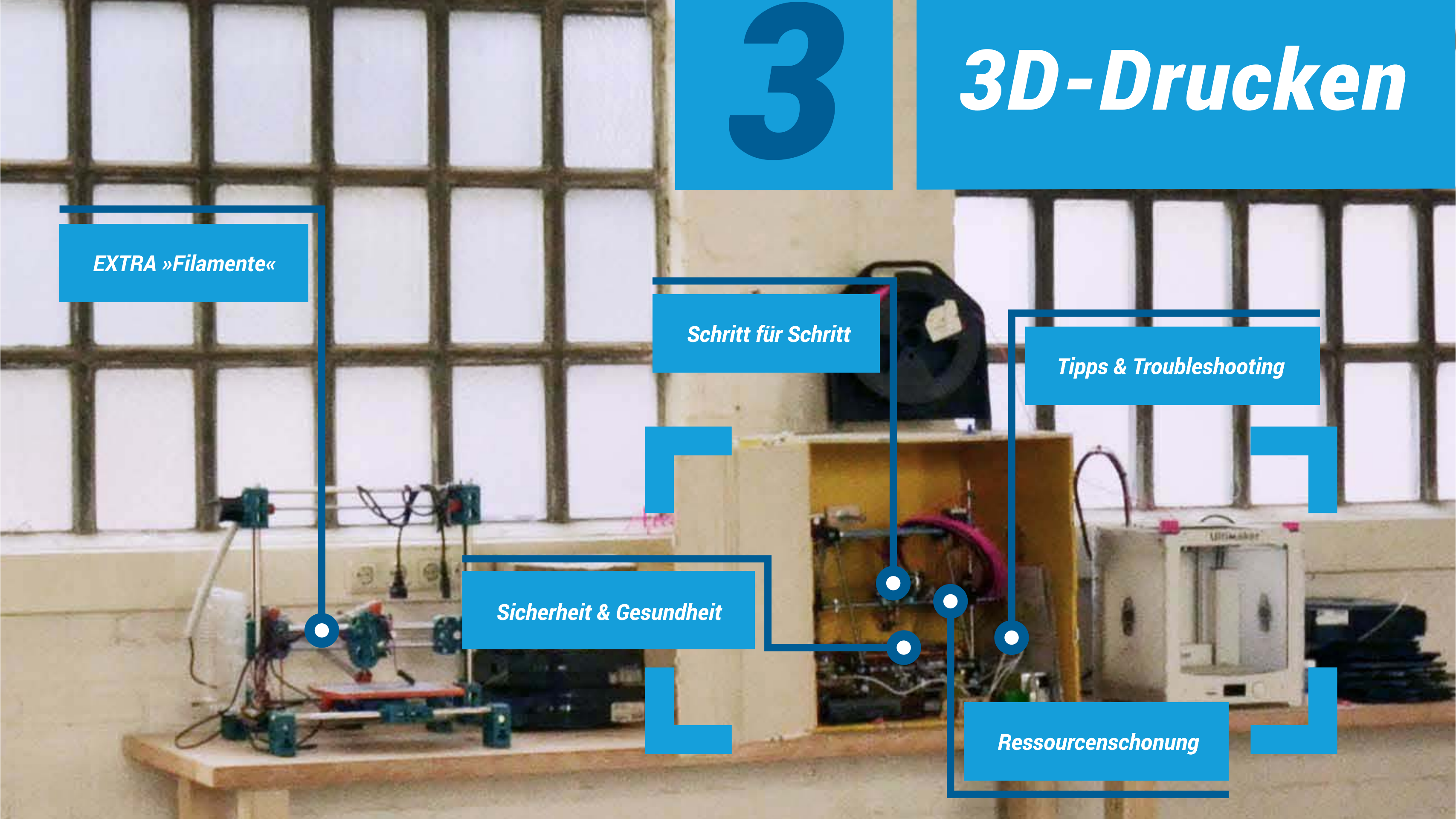
EXTRA »Filamente«

Schritt für Schritt

Tipps & Troubleshooting

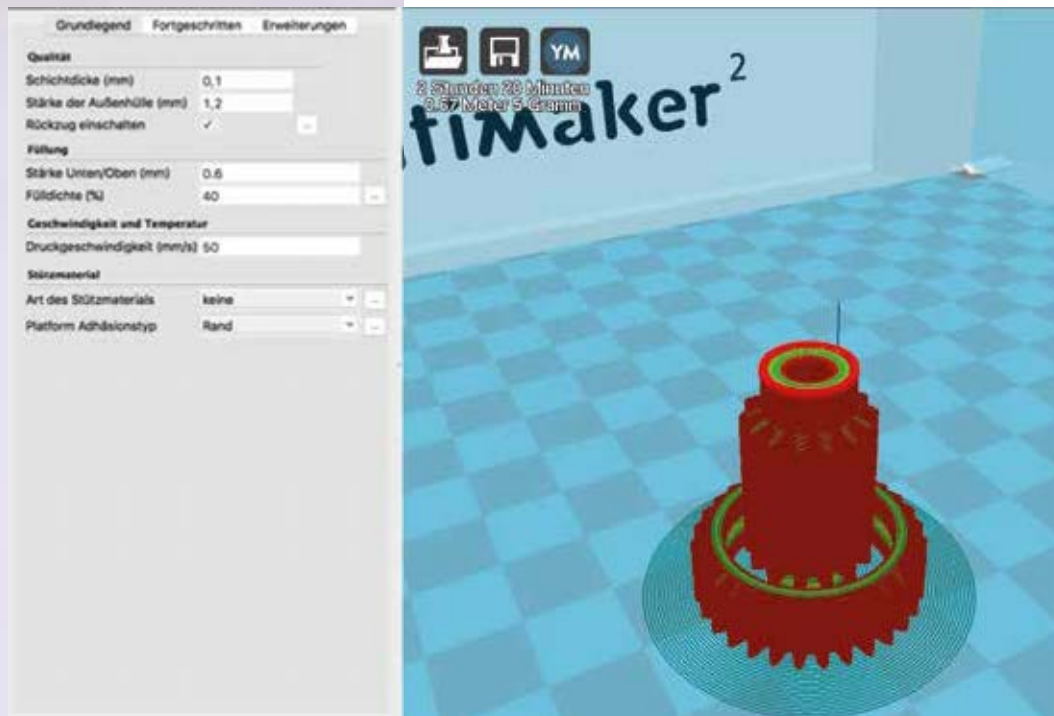
Sicherheit & Gesundheit

Ressourcenschonung



Schritt für Schritt

» Wie geht's von der 3D-Datei zum gedruckten Teil?



3D / CAD Datei vorbereiten

1. 3D / CAD Modell in Sliceprogramm laden, z.B. Cura
2. Modell auf virtueller Druckplatte platzieren, Ausrichtung beachten!
3. weitere Einstellungen → Schichtdicke, Füllung (-smuster), Oberflächendichte, Stützmaterial, Druckzeit (Druckkosten)
4. Export als G-Code (Schichtmodell mit xyz-Koordinaten für 3D-Drucker)
5. Daten an Drucker, Druck starten

Vor dem Druck

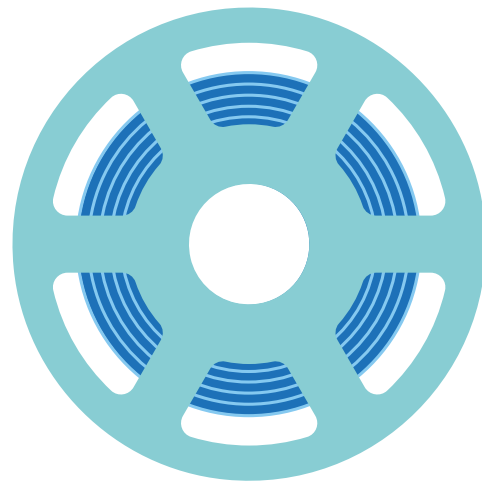
- saubere Heizplatte, ggf. reinigen (Alkohol)
- je nach Heizplatte Druckbereich ggf. mit Prit-Stift, Bluetape oder Spezialspray vorbehandeln
- Filament (ohne Gewalt) einfädeln
- Drucktemperatur einstellen

Nach dem Druck

- abgekühltes Druckobjekt mit Rasierklinge / Cuttermesser vorsichtig von Heizplatte lösen

EXTRA »Filamente«

»Welche Materialien kommen zum Einsatz?»



Filamente für FDM-Drucker gibt's meist auf Rollen a 500g oder 1kg

Gängige Filamente

- PE - Polyester
- PC - Polycarbonat
- PLA - Biokunststoff
aus Polymilchsäure
- ABS - thermoplastischer Kunststoff
- auch noch üblich:
→ Nylon, PVA, PP, TPU, CPE

Neuere Filamente

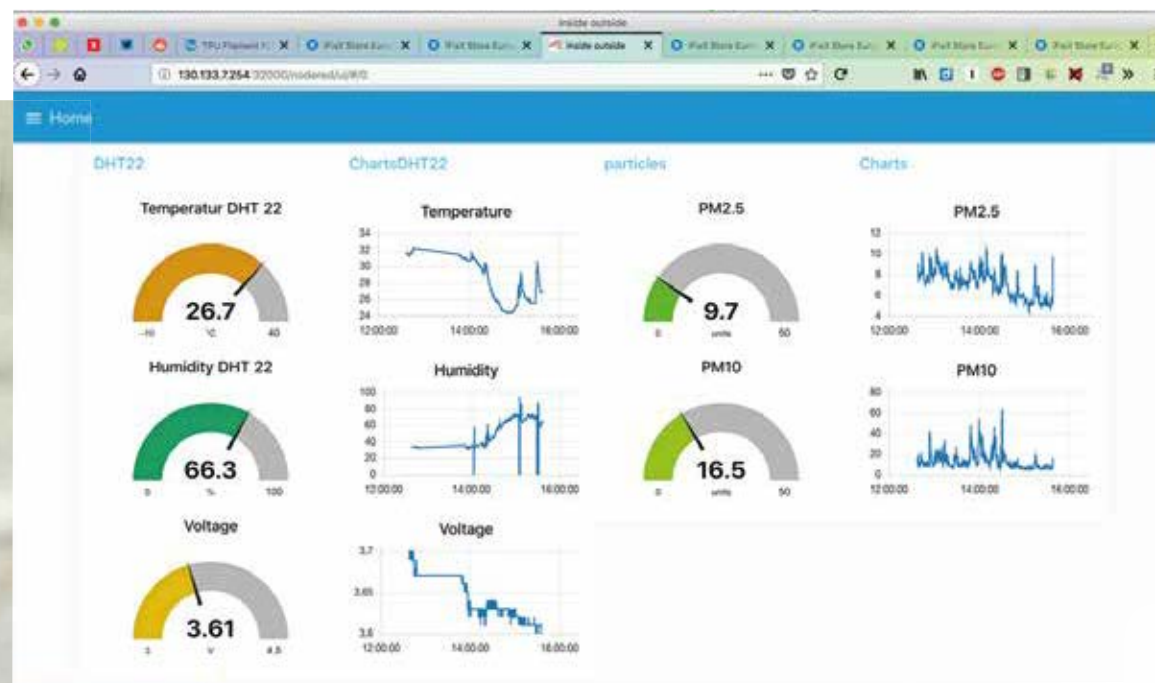
- **holzartige, keramische, sandsteinartige** (LAY-Wood, -Ceramic, -Brick), **elektrisch** leitfähige, **biobasierte** aus nachwachsenden Rohstoffen z.B. aus **Holzabfällen** (BioFabNet, twoBEars), **kompostierbare** (WillowFlex), Kunststoff-**Compounds** mit Carbon- oder **Glasfaser**, thermoplastische Compounds für thermische **Belastung** (3dktop)

Worin sich Filamente unterscheiden

- Stabilität
- Dichte
- Flexibilität
- Beständigkeit / Härte
- Formbeständigkeit / Schrumpfen
- Zuverlässigkeit beim Druck
- Nachbearbeitung möglich
- Lebensmittelechtheit
- Glastemperatur
- Oberfläche
- Durchmesser
- Farben

Sicherheit & Gesundheit

» Welche Sicherheitshinweise sind während des 3D-Drucks zu beachten?



Feinstaubmessung an einem FDM-Drucker

Es gibt Hinweise darauf, dass beim 3D-Druck Feinstaub entsteht.



für gute Belüftung sorgen / Umhausung für 3D-Drucker

Ressourcenschonung

»Wie druckt man ressourcenschonend?»



Recycling-Filament, 3dk

- Filamente mit niedrigerem Schmelzpunkt einsetzen
- durch Ausrichtung im Bauraum weniger Stützmaterial verbrauchen
- Füllung (in Bereichen) reduzieren
- recyclebares / biobasiertes Filament verwenden
- Abfallmaterial von Fehldrucken sortenrein sammeln

Filament-Recycling-Maschinen vom Projekt »Precious Plastic«

 <https://preciousplastic.com>



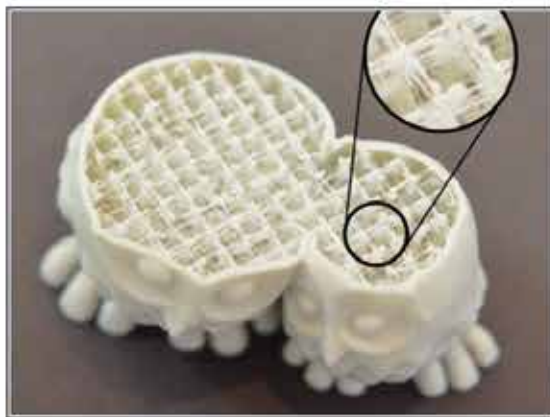
Tipps & Troubleshooting

» Woran können fehlerhafte Druckergebnisse liegen?



SIMPLIFY3D®

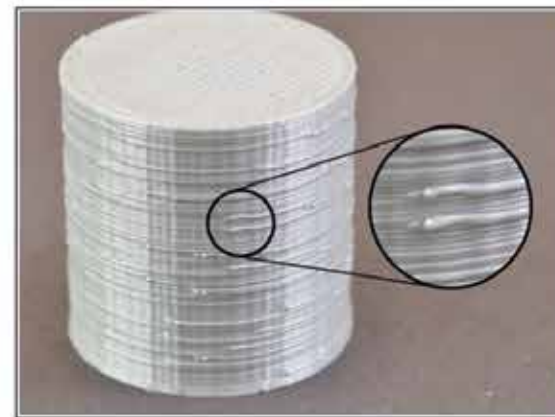
TROUBLESHOOTING GUIDE



Weak Infill

Very thin, stringy infill that creates a weak interior and does not bond together well

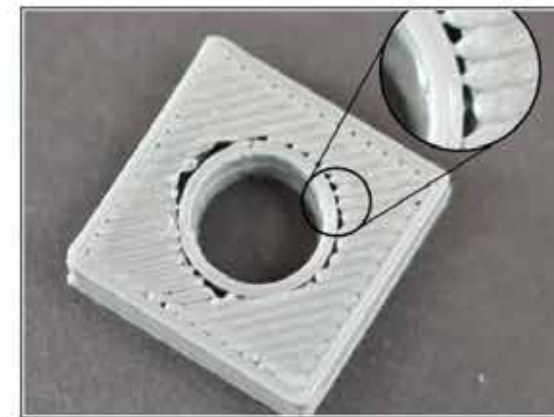
Instabile Füllung



Blobs and Zits

Small blobs on the surface of print, otherwise known as zits

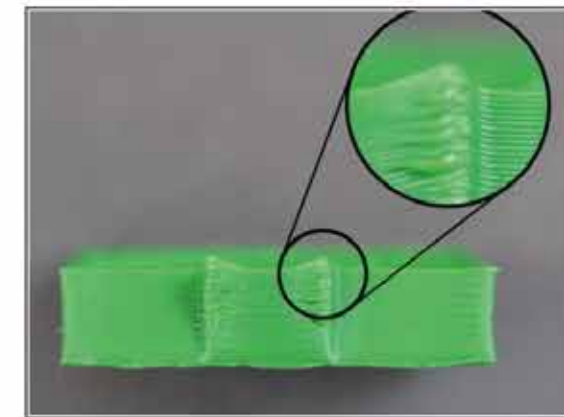
Wulste & Klümpchen



Gaps Between Infill and Outline

Gaps between the outline of the part and the outer solid infill layers

Löchrige Füllung



Curling or Rough Corners

Corners of the print tend to curl and deform after they are printed

Kräuseln & Verziehen

 <https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting>

 <https://3d-reparatur.de/linkliste/#troubleshooting>

A photograph of a workbench with various tools and electronic components. The tools include a screwdriver, pliers, wire cutters, and a soldering iron. There are also some electronic components and a small white device on the bench. The background shows a wooden cabinet or workbench structure.

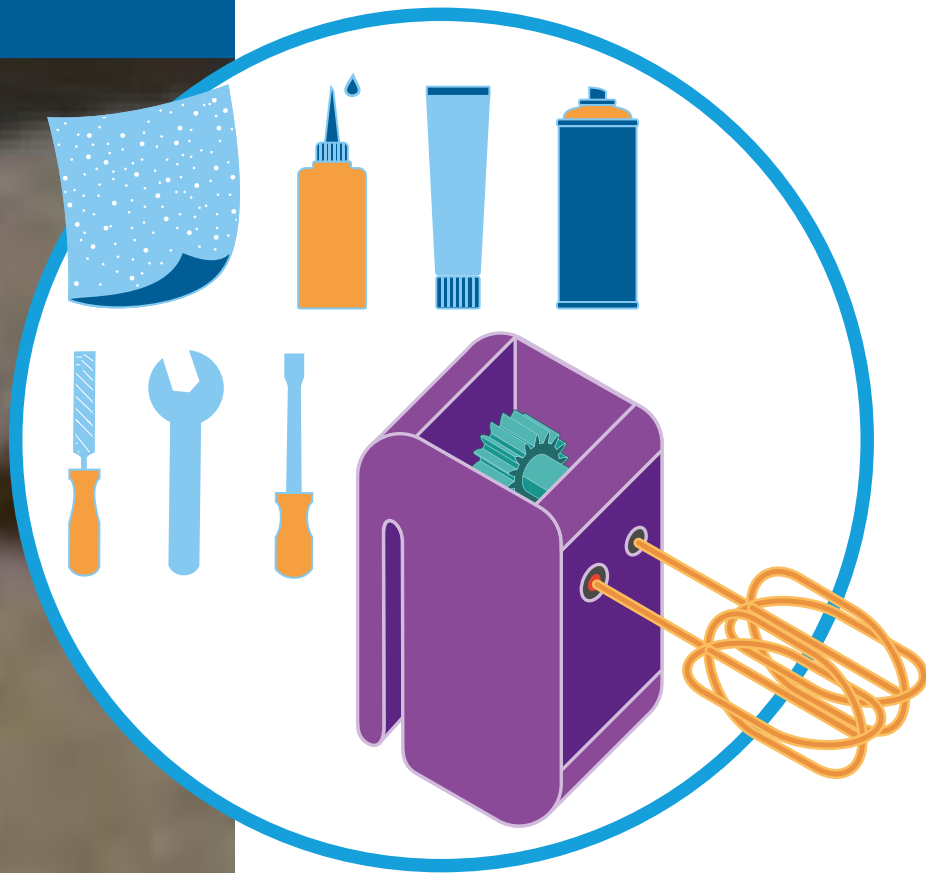
Nach dem Druck

4

Nachbereitung

Nach dem Druck

»Wie werde ich die Schichtrillen los?



Stützgeometrien entfernen

- Cutter, feilen, schleifen

Schleifen / Füllen / Lackieren

- Schichtrillen können mit Schleifpapier / Handschleifer bearbeitet werden
- Spachtel / Sprüh-Füller / Lack → auf Materialverträglichkeit achten
- ggf. Filamente mit extra guten Schleifeigenschaften wählen

Aceton-Dampf

- Schichtrillen von ABS (!) -Teilen können über Aceton-Dampf geglättet werden
! für ausreichend Belüftung sorgen oder Atemschutzmaske benutzen



Kooperationsmodelle

Vorteile für AkteurInnen

Aktiv werden

Kooperationsmodelle

»Wie lässt sich 3D-Reparatur in die Praxis übernehmen?«

- gegenseitige Besuche in örtlichem Repair Café oder Makerspace
- Tag der offenen Tür in Makerspaces speziell für ReparateurInnen
- CAD-Modellier-Workshops mit Schwerpunkt Reparatur
- gemeinsam organisierte Veranstaltung „Repair-Lab“, ein Repair Café im Makerspace
- gegenseitige Mitgliedschaften von Makerspaces und Repair Cafés
- jeweils einen Ansprechpartner benennen

Anwendungsfall

Diagnose

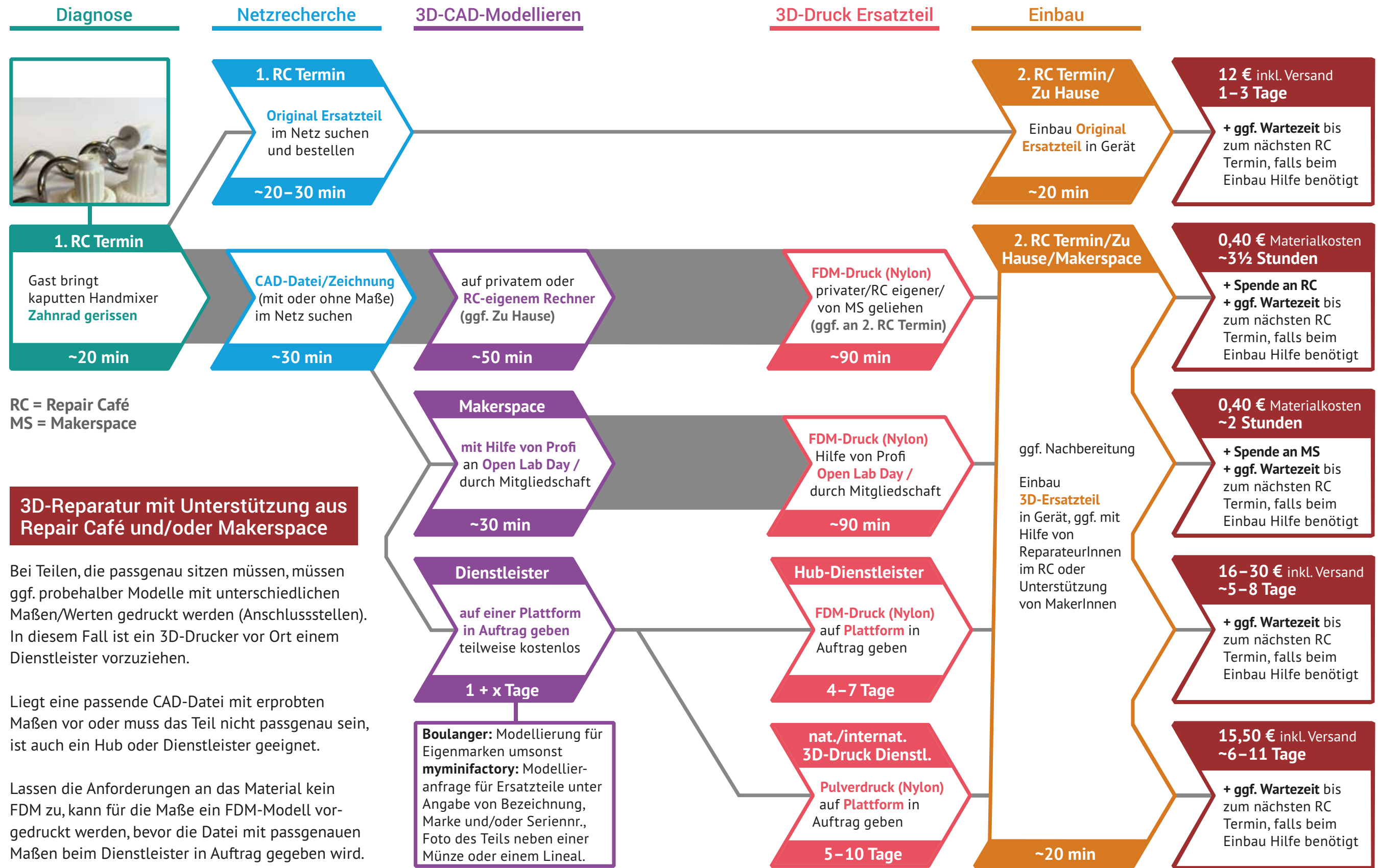


Netzrecherche

1. RC Termin

Original Ersatzteil
im Netz suchen
und bestellen

3D-CAD-Modellieren



RC = Repair Café
MS = Makerspace

3D-Reparatur mit Unterstützung aus Repair Café und/oder Makerspace

Bei Teilen, die passgenau sitzen müssen, müssen ggf. probenhalber Modelle mit unterschiedlichen Maßen/Werten gedruckt werden (Anschlussstellen). In diesem Fall ist ein 3D-Drucker vor Ort einem Dienstleister vorzuziehen.

Liegt eine passende CAD-Datei mit erprobten Maßen vor oder muss das Teil nicht passgenau sein, ist auch ein Hub oder Dienstleister geeignet.

Lassen die Anforderungen an das Material kein FDM zu, kann für die Maße ein FDM-Modell vorgedruckt werden, bevor die Datei mit passgenauen Maßen beim Dienstleister in Auftrag gegeben wird.

Boulangier: Modellierung für Eigenmarken umsonst
myminifactory: Modellieranfrage für Ersatzteile unter Angabe von Bezeichnung, Marke und/oder Seriennr., Foto des Teils neben einer Münze oder einem Lineal.

Vorteile für AkteurInnen

» Was bringt den AkteurInnen 3D-Druck in der Reparatur?

- fachlicher Austausch, Erweiterung eigener Fähigkeiten
- Vernetzung der AkteurInnen zugunsten einer nachhaltigen Entwicklung
- Verbesserung der Reparaturquote
- Mitgliederwerbung
- ggf. Förderungen möglich

Speziell für Reparaturbetriebe

- Alleinstellungsmerkmal gegenüber anderen Reparaturbetrieben
- individuelle Kundenwünsche umsetzbar

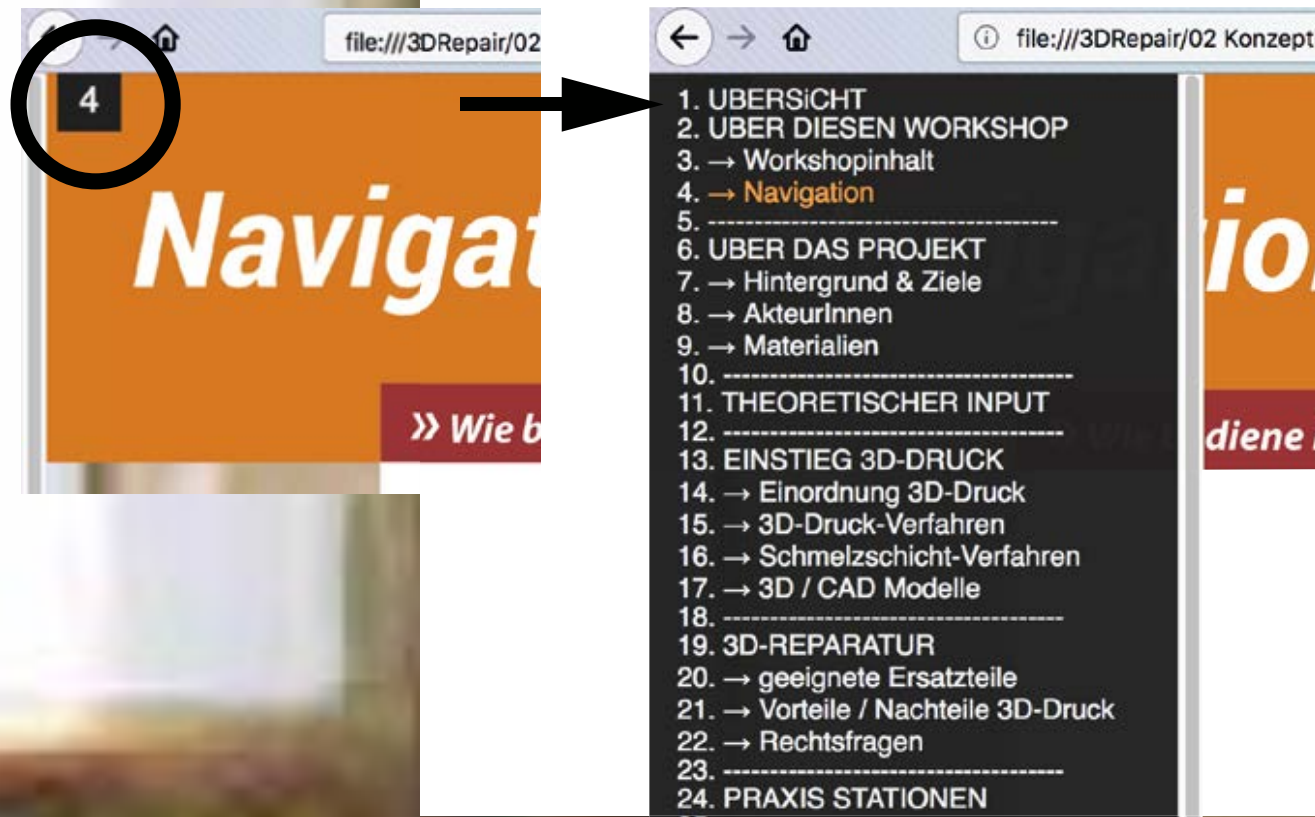
ANHANG

Navigation Präsentation

Rechtsfragen

Bildquellen

» Wie bediene ich diese Präsentation?



Eine Folie vor / zurück gehen (in der Nummernfolge)

- mit den **Pfeiltasten** auf der Computer-Tastatur oder
- **Leertaste**: eine Folie vor

Eine Folie zurück gehen

- **Zurück-Button** des Browsers

Inhaltsverzeichnis einblenden

- auf die **Seitenzahl** oben links im Bild klicken oder
- oder Taste »T« drücken

Gesamten Bildschirm anzeigen

- klicken auf das **Hintergrundbild** oder
- im Inhaltsverzeichnis auf »-----« auswählen



Zulässig für private, nicht kommerziell Zwecke

- max. 7 Privatkopien, Nachmodellieren auch von geschützten Designs
- von Plattformen herunterladen, scannen & ausdrucken wenn UrheberIn Teil hochgeladen hat
- Änderungen ohne geistige Höhe (Farbe, Größe) bedürfen keiner Zustimmung von UrheberIn
→ siehe dazu auch: § 53 UrhG. Schrankenbestimmungen

Nicht zulässig

- herunterladen der 3D- Datei aus rechtswidrigen Quellen ohne Zustimmung UrheberIn von:
 - Plattformen mit kommerzieller Nutzung
 - Filesharing Plattformen
 - mit Markennamen gekennzeichneten Objekten
- Änderungen der Funktion
- öffentliches zur Verfügungstellen als Nicht-UrheberIn

Noch zu klären

- Schöpfungshöhe: Ab wann ist ein Teil eigentlich schützenswert?

ANHANG

[Navigation Präsentation](#)

[Rechtsfragen](#)

[Bildquellen](#)

» **Wer hält die Urheberrechte der verwendeten Bilder?**

Folie

- 6** <https://www.computerbild.de/artikel/cb-News-Elektroschrott-Report-11755391.html>,
Grafik Barbara Klute
- 7** **o:** Ilvy Njiokiktjien _CC
l: Detflef Vangerow
r: Nikolaus Marbach _CC
- 8** Anika Paape _CC
- 10** Astrid Lorenzen _CC
- 14** **r:** Guy Sie _CC BY-SA 2.0
- 18** **o, v.l.n.r.:** Astrid Lorenzen _CC,
Alexander Klink _CC BY-3.0,
m, v.l.n.r.: Reinhard Nickels, Astrid Lorenzen _CC,
Anika Paape _CC, happy3D _CC, Anika Paape _CC,
u, v.l.n.r.: happy3D _CC BY-NC-SA 3.0 FR,
happy3D _CC BY-NC-SA 3.0 FR,
Creative-Tools.com _CC BY 2.0,
happy3D _CC BY-NC-SA 3.0 FR
- 19** **o, v.l.n.r.:** Adidas, pixabay _CC
u.: Astrid Lorenzen _CC
- 21** **o:** Anika Paape _CC
u: Astrid Lorenzen _CC
- 25/27/28/33** Anika Paape _CC
- 34** **l:** Anika Paape _CC
o: publicdomainpictures.net _CC0
u: best3dprinterpro.com
- 35** [https://www.simplify3d.com/
support/print-quality-troubleshooting/](https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/)
- 36** **o:** Astrid Lorenzen _CC
u: <https://preciousplastic.com/en/machines.html>

Alle Grafiken

Projekt »3D-Druck & Reparatur« _CC