

SLA-DRUCKER IM VERGLEICH MIT FDM-DRUCKER

Drucken mit Licht und Schatten

Der Umstieg von FDM- auf SLA-3D-Drucker bringt Probleme mit sich.

Dass die Arbeit mit 3-D-Druckern Spaß machen kann, dürfte niemand überraschen. Egal ob Prototyp für eine (schwer zu klonende) Hardware-Erweiterung, kleine Reparaturen in der Küche oder Geschenke für Nachbarn und Freund - der Anwendungs-Rahmen dieser Geräte ist uneingeschränkt.

Im Laufe der letzten Monate gab es im Bereich der SLA-3-D-Drucker (durch den Eintritt chinesischer Marktteilnehmer) einen massiven Preisverfall. Die Autorin hat sich für rund 320 Euro eine Kombination aus AnyCubic Photon Mono und der größtmäßig dazugehörenden Reinigungsstation AnyCubic Wash&Cure 2.0 zugelegt und möchte in diesem Artikel über ihre Erfahrungen berichten.

Vergleich der Technologien

Der Markterfolg von FDM-3-D-Druckern soll nicht darüber hinwegtäuschen, dass das in diesem Artikel besprochene SLA - dahinter steht übrigens der Begriff Stereolithographie - die ältere der beiden Technologien ist. 3D Systems meldete seine ersten Patente - beispielsweise Patentnummer US4575330A - schon im Jahre 1984 an.

Die damals verwendete Technologie war - zumindest auf den ersten Blick - simpel. Ein Foto-empfindliches und als Resin bezeichnetes Material wurde mit einem gebündelten Laserstrahl beschossen. Die vom Laser getroffene Stelle erhärtete sodann, was das stufenweise Zusammenbauen einer Ebene ermöglichte. Im nächsten Schritt setzt der Drucker das Spiel einfach eine Etage höher fort.

Schon in den Neunzigern gab es - insbesondere im medizinischen und militärischen Bereich - derartige Systeme, die sich Kleinunternehmen wirtschaftlich schon wegen des hohen Anschaffungspreises nicht wirklich leisten konnten. Schaffte ein Unternehmen - beispielsweise durch Entwick-

lungsförderung - den horrenden Kaufpreis, so brachte einen der Preis für das Resin um: Es gab eine Zeit, wo ein Liter des Materials gute 200 US-Dollar kostete.

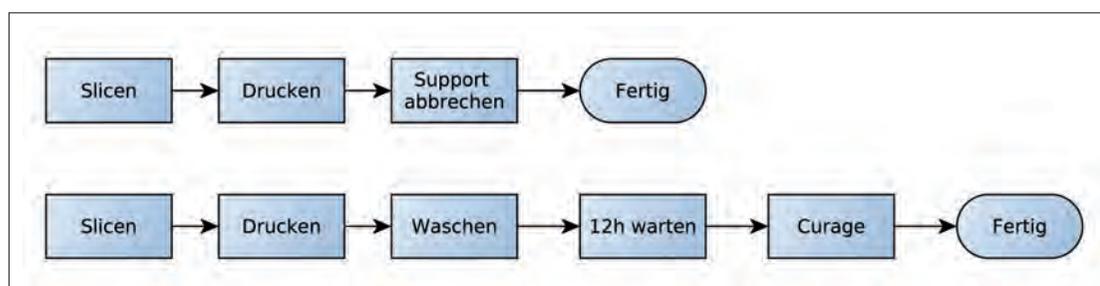
Digital Light Processing

Insbesondere im populärwissenschaftlichen Bereich hat sich der Begriff SLA für alle 3-D-Drucker eingeführt, die mit einem fotosensitiven Resin arbeiten. Dieser Begriff ist allerdings falsch - fachlich korrekt werden Systeme wie der AnyCubic als DLP (Digital Light Processing) bezeichnet.

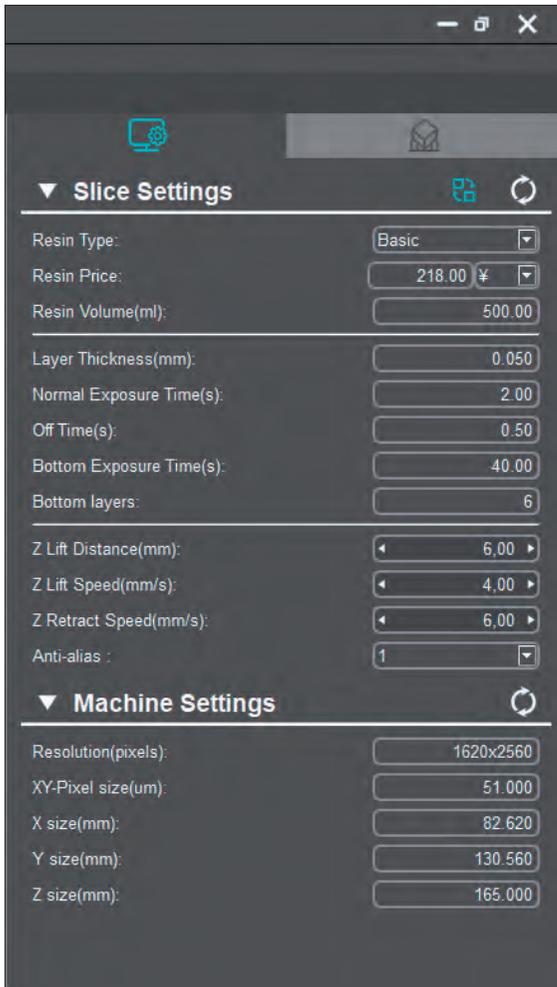
Der Unterschied zwischen einem SLA- und einem DLP-3-D-Drucker liegt in der Art der Belichtung des Resins. Wer den AnyCubic Photon Mono vom Druckbad befreit, sieht einen Bildschirm. Dieser Bildschirm hat dann die Aufgabe, durch den transparenten Boden des Druckbades hindurchzuleuchten und immer eine ganze Ebene gleichzeitig zu beleuchten. Vorteil dieser Vorgehensweise ist - naturgemäß - eine wesentlich höhere Druckgeschwindigkeit, da alle auf einer Ebene befindlichen Punkte gleichzeitig gehärtet werden.

Diesen Vorteil kann das System insbesondere dann ausspielen, wenn mehrere zu druckende Objekte gleichzeitig auf das Druckbett passen. Muss der zum Vergleich verwendete Renkforce RF100 zwei Objekte ausdrucken, die nebeneinander liegen, so verdoppelt sich die Prozesszeit. Beim System AnyCubic ist dies nicht der Fall.

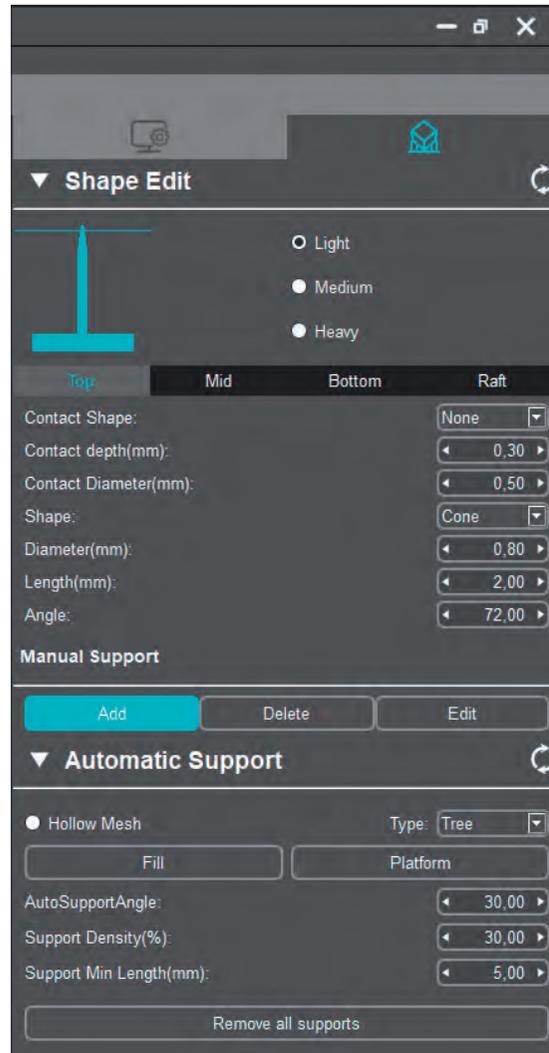
Formeller Nachteil der SLA-Technologie ist, dass die maximale Auflösung auf das beschränkt ist, was das Display bietet. Im Fall des vorgestellten Druckers steht ein Display mit einer Auflösung von 2560 x 1620 Pixeln zur Verfügung; die Fläche des Displays beträgt 130 x 80 mm. Pro Millimeter Baufläche stehen also fast 400 Punkte zur Verfügung, vergleichen Sie dies mit der minimalen Materialschlagendicke von 0.1 mm beim Renkforce RF 100, um einen Vergleich der er-



3-D-Druck:
FDM und SLA-
Drucker im Ver-
gleich (Bild 1)



Slice Settings erlaubt das Festlegen der Zerlegung des Objekts (Bild 2)



Die Einrichtung der Supports erfolgt über einen separaten Tab (Bild 3)

reichbaren Genauigkeiten zu bekommen. Beachten Sie bei dieser Berechnung allerdings auch noch, dass der SLA-Drucker keine mechanischen Ungenauigkeiten verursacht.

Der Druckprozess

Ein klassischer FDM-3-D Drucker wie die Renkforce RF 100-Serie ist einfach. Zu seiner maximalen Zufriedenheit benötigt man einige Filamentspulen, einen Prittstift und – idealerweise – ein Gehäuse, das das Druckteil vor Winden schützt. Die Arbeit mit einem SLA-Drucker ist wesentlich komplizierter, weil zusätzliche Workflowschritte hinzu kommen. Das in Bild 1 gezeigte Flussdiagramm informiert Sie über den Prozess.

Der – interessanterweise von unten nach oben – ablaufende SLA-Druckprozess ist dabei nur der erste Teil einer Prozesskette. Am Ende des eigentlichen Druckprozesses erhalten Sie ein Objekt, das auf den ersten Blick furchterregende aussieht.

Im nächsten Schritt muss dieses Teil mit Isopropanol gewaschen werden, um flüssiges, aber vom Laser- bzw. Licht-Kontakt nicht gehärtetes Resin zu entfernen. In der Theorie lässt sich dies mit der Hand bewerkstelligen – ein eleganter Weg ist das von den meisten Herstellern ebenfalls angebotene Wash und Cure-System, das im Fall des vorgestellten Dru-

ckers um rund 120 Euro erhältlich war. Der eigentliche Reinigungsprozess erfolgt dabei wie erwartet. Im Wash & Cure findet sich ein an ein großes Einmachglas erinnernde Behälter, auf dessen Unterseite ein durch magnetische Koppelung in Bewegung gesetzter Rotor für Bewegung des Isopropanoleums sorgt. Das Teil wandert dann in einem an einen Einkaufskorb erinnernden Container in die Maschine, mit dem man es später auch wieder aus dem Isopropanol-Bad herausheben kann.

Schon bei diesem Arbeitsschritt gibt es zwei Ärgernisse: Erstens ist es alles andere als einfach, das Teil vom Druckbett zu lösen – bei filigranen Druckerobjekten wie einem Würfel mit Innenschnitten kommt es schon einmal vor, dass das Teil zerbricht. Außerdem kann es vorkommen, dass manche Personen auf das Resin allergisch reagieren, die Arbeit mit einer Spachtel allerdings nur allzu oft zu Beschädigungen der (dünnen) Chemie-Schutzhandschuhe führen.

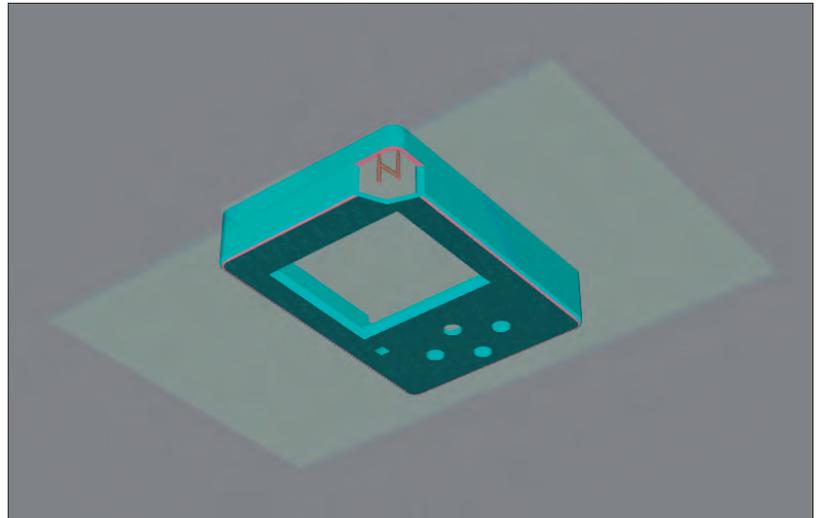
Das zweite Problem ist, dass man wegen des Rotors sehr viel zusätzliches Isopropanol einplanen muss. Zum Reinigen der vergleichsweise kleinen (maximale Höhe etwa 5 cm) großen Druck-Teile wurden fast eineinhalb Liter Isopropanol benötigt. Der Rest der der 2 Liter-Flasche ging dann dafür drauf, dass das Druckbett – hie und da – zwischen den Drucken ►

mit einer Küchenrolle, die mit Isopropanol getränkt war, abgewischt wurde.

An dieser Stelle ist eine verpflichtende Zwangspause einzulegen, um dem Isopropanol Zeit zum Verdunsten zu geben. Aus der Logik folgt, dass der intensive Geruch ebenfalls in die Umgebung diffundiert, weshalb ein dedizierter Raum für den SLA-Drucker empfehlenswert erscheint. Die FDM-Drucker erwiesen sich zwar als lauter, unterm Strich aber als personalverträglicher. Sofern man nicht ein Filament wie Polysmooth druckt, ist – zumindest bei Verarbeitung von PLA- beim FDM-Verfahren nicht mit Geruchsbelästigung zu rechnen.

Der dritte und letzte Schritt des SLA-Workflows ist dann eine zweite Curage. Sie erfolgt ebenfalls in der Wash & Cure. Statt des Einmachglases mit Isopropanol legt man dann ein gewöhnliches Ablagebett samt einem Reflektor ins Gerät, der sich um das Umleiten der von der LED-Säule abgefeuerten UV-Strahlung kümmert. Der dritte und letzte Schritt – die Belichtung – nimmt jedenfalls auch einige Minuten in Anspruch. Erst am Ende dieser Schritte steht ein fertiges Teil.

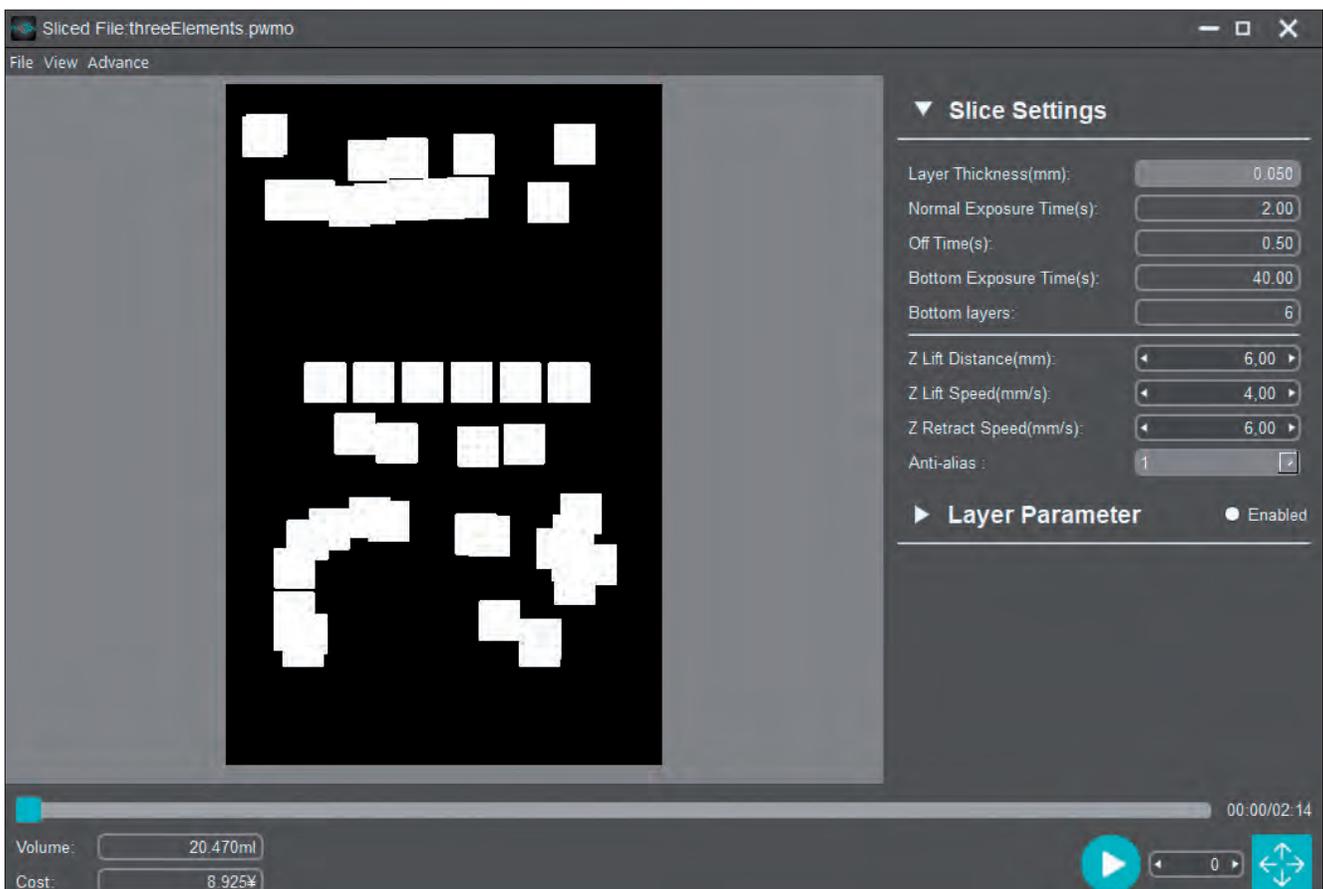
Synthetische Vergleiche von Technologien mögen Lehrbücher füllen – die Autorin hat den Vorteil, im Unternehmen Zugang zu einem produktiv genutzten FDM-Workflow zu ha-



Ein wenig Automatisierung findet sich dann doch (Bild 4)

ben, der ein aus drei Teilen bestehendes Gehäuse für ein Stück Consumerelektronik fertigt. Aus der Logik folgt, dass sich hier ein Vergleich der Generationen anbietet. Auf der einen Seite ein im Jahre 2017 eingeführter Renkforce RF100 V2, auf der anderen Seite die aufgebaute SLA-Pipeline.

Die Einrichtung des für die Druckvorbereitung der FDM-Drucker verwendeten Slicers Cura erwies sich als kompliziert. Aus diesem Grund wurde auf einer Vierkernworksta-



Der Slicer zeigt sich im Bezug auf den Druckprozess durchaus gesprächig (Bild 5)

tion den unter anycubic.com bereitstehenden Slicer installiert, der von Anycubic in einer 32 Bit- und 64 Bit-Version angeboten wird. Sofort nach dem Start fällt der vergleichsweise einfache Aufbau des Systems auf (Bild 2, Bild 3). Der SLA-Prozess entbindet den Modellentwickler übrigens nicht davon, Supports einzuplanen. Gibt es keine Unterstützung, so lässt sich an dieser Stelle nicht drucken.

Das zu verarbeitende Gehäuse ist allerdings – zumindest theoretisch – für den Druck ohne Support vorgesehen, weshalb die drei Teile jeweils nacheinander geladen und zum Slicing freigegeben wurden. Auf Wunsch blendet die Software rote Warnflächen ein, die ohne Support auskommende Bereiche des Modells farblich hervorhebt. Durch Anklicken des Dorn-Symbols in der oberen rechten Bildschirmkante (Rubrik *Shape Edit aktivieren*) lassen sich an dieser Stelle allerdings Supports einbauen. Nachdem zwei Dornen platziert wurden, ergänzte das Programm einen zusätzlichen Verbindungs-Dorn zwischen den beiden Supports (Bild 4).

Lohn der Mühen sind mit der Dateierendung .pwmo ausgestattete Files, die danach per USB-Stick in Richtung des Druckers wandern. Interessanterweise erlaubt der Slicer auch einen Einblick in die einzelnen Schichten. Bild 5 zeigt dieses Sonderregime der Slicer-Software. Nach der Fertigstellung der Modelle wurde der SLA-Drucker auf die Reise geschickt. Die Ergebnisse der reinen Druckdauer präsentierten sich dann wie in der Tabelle 1 gezeigt.

Flexibilität und Kosten

Die immense Verbreitung von FDM-basierten Drucksystemen hat dazu geführt, dass es mittlerweile so ziemlich jede Spielart von Filament gibt. Manche Filamente simulieren – meist mit bescheidenen Ergebnissen – Hölzer, während metallisch aussehende Filamente wie das von RenkForce in Tests des Unternehmens durchaus brauchbare Ergebnisse lieferten.

Durch die Bank empfehlenswert sind glänzende Filamente, die man – je nach Anbieter – in Dutzenden Farben bekommt. Schaut man beispielsweise in die Tschechische Republik, so findet man bei Filamentum um in der Vertigo-Serie gute drei Dutzend Kandidaten. Die Verwendung derartiger Elemente führt – durch die Bank – zu satt aussehenden Ergebnissen, die mit starken und beeindruckenden Farben auftreten.

Eine weitere Frage ist in diesem Zusammenhang, was die fertigen Teile kosten. Ein Kilogramm FDM-Material in guter Qualität kostet aktuell etwa 20 Euro. Ein vergleichbares SLA-Resin kostet pro Liter zwischen 28 Euro und 45 Euro. Dabei darf man allerdings nicht vergessen, dass der SLA-Drucker nebenbei noch Isopropanol verbraucht; die Lebensdauer des Displays ist mit 2000 Stunden vergleichsweise lang. Ärgerlich ist zudem, dass SLA-Drucker nicht wirklich reparierbar sind, während ein Austausch eines Schrittmotors oder eines ähnlichen Bauteils an einem FDM-Drucker auch in einem Heimlabor problemlos über die Bühne geht.

Der Eindruck eines hohen Preises setzt sich übrigens auch fort, wenn man noch die Arbeitszeit in die Kalkulation einbezieht. Dann kostet ein SLA-Teil unterm Strich viermal so viel

Tabelle 1: Druckdauer

Bauteil	SLA	FDM
Top	Rund 90 Minuten	3 Stunden 10 Minuten
Bottom	40 Minuten	2 Stunden 55 Minuten
Batterietüre	15 Minuten	40 Minuten

wie die FDM-Variante. Dieser Eindruck wird auch von der in den USA herausgegebenen und unter Maschinisten sehr beliebten Zeitung Digital Machinist bestätigt.

SLA-Drucker im Vergleich

Zur Bewertung des SLA-Druckers für Entwickler darf man nicht nur an die hohe Druckqualität denken. Selbst mit einem Sonderregime und einer Schichtdicke von 0.05 mm ist ein FDM-Drucker nicht in der Lage, so glatte Objekte zu erzeugen, wie sie der Anycubic selbst mit einer völlig verkorksten Konfiguration erzeugt. Kommt es also auf maximale Glattheit der Außenwände (Beispiel: Aerodynamik) und möglichst genaue kleine Elemente an, führt kein Weg an SLA vorbei.

Auf der Soll-Seite des SLA-Druckers stehen höhere Betriebskosten, im Betrieb störende Gerüche und – neben der doch komplizierten Bedienung – Probleme im Bereich der Farbauswahl, was insbesondere für moderelevante Anwender zum Problem wird. Die Anschaffung eines SLA-Druckers will also sorgfältig überlegt sein; die erforderliche Einarbeitungszeit ist ebenfalls unbedingt zu berücksichtigen.

Wer jetzt schon einen FDM-Workflow hat und mit der Qualität der erzeugten Ergebnisse zufrieden ist, soll sich um den Umstieg keine Gedanken machen. Was mit FDM problemlos funktioniert, wird durch SLA meist teuer, nicht aber besser. Zur Skalierung beziehungsweise Steigerung der Fertigungskapazität ist der Kauf eines weiteren FDM-Druckers ebenfalls immer die bessere Wahl.

Fazit

Spätestens seit der Einführung der mit monochromatischen Displays ausgestatteten SLA-Drucker ist der Prozess – aus technischer Sicht – für jedermann handhabbar. Als primäres Problem erweist sich die unausgereifte Software: Das Slicen von Modellen für den SLA-Druck ist, zumindest mit dem vorliegenden Slicer, arbeitsintensiv. Zudem ist das verwendete Material nicht wirklich angenehm zu handhaben. ■



Annette Heidi Bosbach

lebt als angehende Heilpraktikerin an der Schnittstelle zwischen Technologie, Gesundheit und Gesellschaft.

annette.bosbach@gmx.de