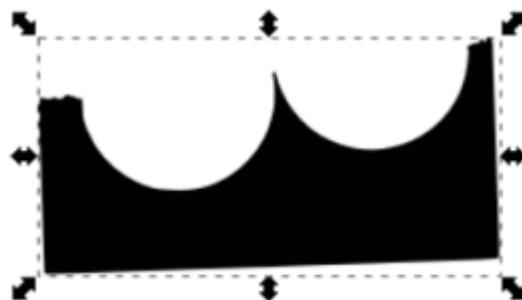


Reststücken beim Schneiden - wegwerfen oder behalten?

Beim Schneiden von Folien und Platten fällt in der Regel ziemlich viel Müll an - unabhängig vom Verfahren (z.B. Schneidverfahren wie Vinylschneiden, Laserschneiden oder Wasserstrahlschneiden). Sämtlicher Müll stört. Zur Vermeidung von Abfällen und der Reduktion von Kosten sollte viel regelmäßiger darüber nachgedacht werden, ob nach dem Schneiden die übriggebliebenen (angeschnittenen) Materialien noch Verwendung finden können und wenn ja, wie und wie man diese lagern und ggf. sortieren kann, um die Übersicht nicht zu verlieren. Manche Materialien sind indes sehr teuer oder schwer zu bekommen und das Aufheben lohnt sich schon allein deshalb umso mehr. Um mit dem wertvollen Rest / dem potentiellen Müll besser zu arbeiten wäre es deshalb nicht wünschenswert, wenn wir ein unterstützendes Softwarewerkzeug hätten, um die Geometrie (Kontur) des übriggebliebenen Materials zu kennen und in den allgemeinen Verarbeitungsprozess mit einfließen zu lassen? Vielleicht sogar so, dass man vor dem Anreißen neuer Packungen immer automatisch zuerst nachsieht, was noch auf Lager an Altbeständen vorhanden ist. Stichwortgruppen für diesen Prozess sind zum Beispiel:

- waste minimization
- edge detection
- contour detection for nesting



Links ein typisches Reststück vom Lasercutten, rechts das vektorisierte Reststück, welches für neue Herstellprozesse Verwendung finden könnte

Ideen zur Restmaterialorganisation - Vor dem Schneiden ist nach dem Schneiden?

Zum einen könnte bereits vor dem Schneiden ein Stück Software genutzt werden, welches die Geometrie extrahiert, die aus einem digital vorgeplanten Schneidjob (z.B. in InkScape oder Roland CutStudio) wirklich entsteht - das Negativ vom Bauteil sozusagen. In der Regel gibt es jedoch häufig mehr Verschnitt in der Praxis, da man die Teile nicht exakt in die Maschine einlegt (Folien im Schneidplotter können leicht schräg eingespannt werden, Platte im Laser liegt leicht verdreht) oder vor dem Zuschnitt noch kleine Schnittmustertests auf dem selbigen Materialstück macht. Deshalb gibt es nach dem Schneiden eine gewisse Abweichung zwischen dem theoretischen und dem reellen Schnitt, was uns dann nur bedingt etwas nützt. Aus diesen Gründen kann es besser sein (muss es aber nicht), wenn die Folien oder Platten nach dem Schneiden mit ihrer übriggebliebenen Geometrie erneut erfasst - im Istzustand sozusagen. Unter Umständen müssen die Reste vorher dabei noch in passende Einzelstücke zerlegt (zerbrochen, zerschnitten) werden. **Scannen** ist hier das Stichwort. Das könnte zum Beispiel mit einem herkömmlichen Flachbettscanner, einer Scanning App für Dokumente, einer normalen Kamera oder einem 3D-Scanner erfolgen. Beim Fotografieren oder Scannen entstehen jedoch häufig neue Probleme mit den Daten: verzerrte Geometrie, falsche Dimensionierung, Farbfehler, Detailverlust. Dadurch wird der Prozess der Resteverwertung regelmäßig aufwändig und unliebsam. Es wird demnach eine möglichst gut automatisierte Prozesskette benötigt, die von der Bildaufnahme über das Entzerren und Filtern saubere Konturen erzeugt, die idealerweise in eine Restmaterialbibliothek abgelegt und schnell wieder aufgerufen werden können. Diese Daten können dann großen Nutzen erzeugen, wenn man auf diese beispielsweise ein Nesting darauf machen möchte (siehe [2D Bauteilverschachtelung / Plating / Nesting / Bin Packing](#) und [3D Bauteilverschachtelung / Plating / Nesting / Bin Packing](#)). Die gescannten Platten könnten als SVF, PDF oder DXF mit realen Abmaßen gespeichert werden und physisch beschriftet oder bestickert werden.

Mögliche Prozessketten zur Lösung

Nach fast jedem Schneiden, Entnehmen und ggf. Entgittern eines Jobs bleibt Restmaterial zurück und die Entscheidung muss gefällt werden: **wegwerfen oder behalten?** Nur selten wurde so gut geplant, dass kein Restmaterial übrig bleibt - denn manchmal geht es auch garnicht anders. Das Restteil ist häufig ein farbiges Medium, z.B. eine Sperrholzplatte, eine Kunststofffolie, etc. Die folgenden Schritte geben eine prinzipielle Bearbeitungsreihenfolge wieder, wie man diese Konturen erfassen könnte. Eine einfache bzw. integrale Lösung für das Behandeln und Pflegen von Restteilen wurde **noch nicht gefunden**.

Schritt 1 - Glätten / Fixieren des Restteils

Egal ob das Teil abfotografiert oder gescannt wird: je krummer es ist, desto schwieriger ist ein sauberes Erfassen der Geometrie, da die Wölbungen die Bemaßung verfälschen. Glattstreichen oder Fixieren mit Gewichten oder Tapes kann deshalb notwendig sein.

Schritt 2 - Erfassen

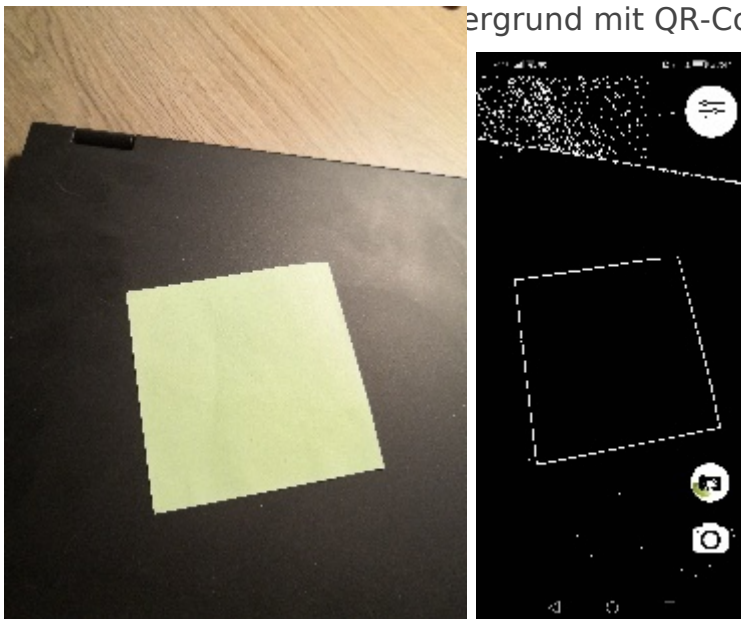
Mit einem Scanner oder einer Kamera kann das Teil fotografiert oder gescannt werden. Idealerweise erfolgt dies

- exakt lotrecht über dem Bauteil und
- das Bauteil liegt auf einer einfarbigen, matten Untergrundfläche auf und
- es ist gut ausgeleuchtet

Mögliche Tools sind dabei ...

- Dokumentenscanner App auf Smartphone (z.B. [CamScanner](#)), oder
- Kamera-App auf Smartphone (z.B. [Edge Detection Camera Filter](#)), oder
- 3D Scanner App auf Smartphone (z.B. [Qlone](#)), oder
- allgemeine Overhead-Kamera (idealerweise mit Optik ohne [Fisheye Effekt](#) oder mit geringster Verzerrung)

Wir erhalten hierbei einen (fehlerbehafteten) Datensatz. Um beim Erfassen eine hohe Qualität zu erreichen wird es notwendig sein Markierungen anzubringen, damit der Scan in das richtige Endmaß skaliert werden kann. Dazu kann das Teil z.B. auf eine große Untergrundfläche mit QR-Codes oder Schnittmarken in den Ecken



Beispielscan mit [Edge Detection Camera Filter](#) (schlechtes Beispiel für die Geometrie, aber es zeigt den Effekt deutlich)

Schritt 3 - Verarbeiten

Nach dem Erfassen eines 2D-Datensatzes (in der Regel eine Rastergrafik, z.B. png oder jpg) oder 3D-Datensatzes (Punktwolke - sog. "mesh", z.B. STL oder OBJ Datei) geht es im Detail ganz unterschiedlich weiter. Im großen und ganzen jedoch müssen wir nach dem Ablichten die erzeugte Grafik oder Geometrie so aufbereiten, damit wir das wichtigste extrahieren können und "fuzzy" Dinge gezielt vermeiden. Wir wollen ja nur die eine saubere, geschlossene Kontur des Teiles, nicht aber etwaige störende Kanten aus der Umgebung. Ggf. könnten im übrigen auch mehrere Reststücke auf einmal erfasst werden. Außerdem sollen die Maße mit dem reellen Teil übereinstimmen. Deshalb sind hier übliche Transformationsschritte wie das Drehen und Skalieren notwendig. Für die korrekte Skalierung sind Markierungen, wie in Schritt 2 erwähnt, hilfreich.

Mit Hilfe von Inkscape könnten wir eine Rastergrafik importieren und über Erweiterungen wie [Centerline Trace](#) (seit Inkscape 1.0 ein integriertes Werkzeug in "Bitmap nachzeichnen") oder [Imagetracer.js](#) eine Geometrierkennung via Vektorisierung bewirken. Unter Umständen müssen die Lichtverhältnisse vorher angepasst werden und die Geometrie entzerrt werden (z.B. mit Transformationstools und Verzerrungsfilter in Gimp). Mit dem Tool [Scale To Real](#) lässt sich die Grafik auf die korrekte Größe skalieren. Die Kontur muss schlussendlich noch gesäubert werden. Das geht am besten durch Knotenreduktion (Simplification), Schließen der Konturen und Prüfen auf Selbstüberschneidungen (siehe [Contour Scanner and Trimmer](#)). Die Rotation kann optimiert werden mit [Rotations - Minimum Bounding Box Area / Minimum Width / Find All Optimal](#).

Falls wir ein 3D-Modell gescannt haben, dann können wir einen einzelnen Slice (Schicht) vom Modell ziehen und erhalten ebenso einen 2D-Querschnitt. Auch dies ist mit InkScape möglich über [Slic3r STL Input](#). Siehe auch [Slice STL in SVG Ebenen](#).

