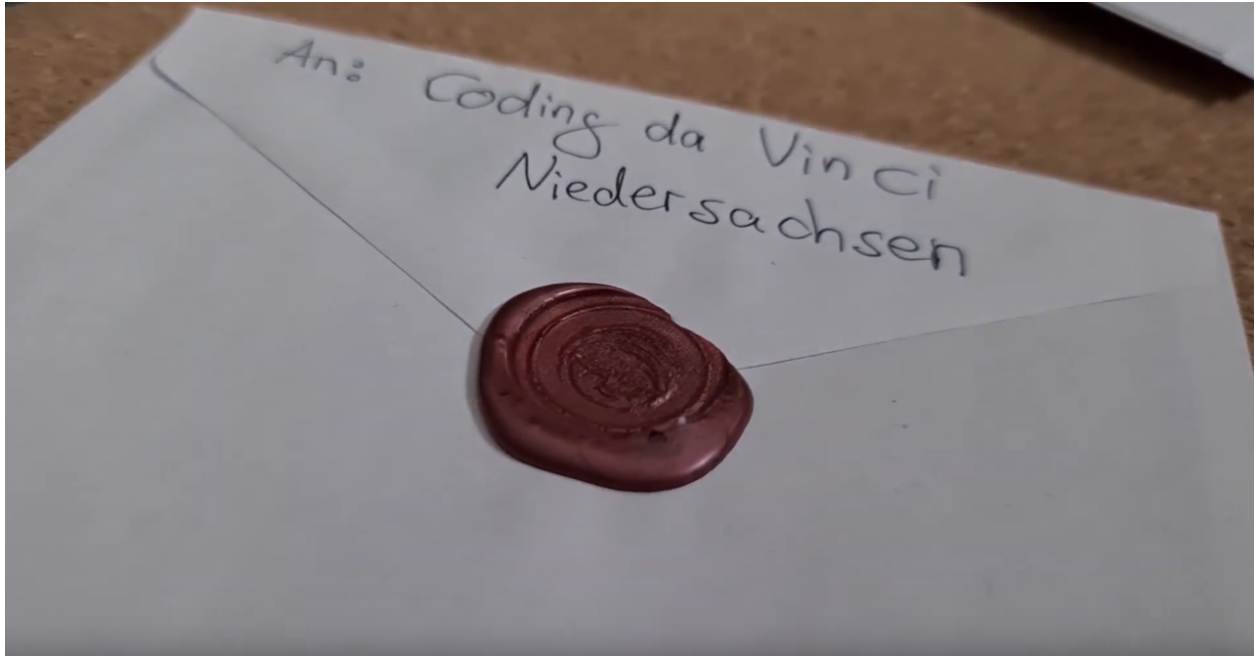


FabSeal

Zwischenbericht



Joana Bergsiek | Leonard Geier | Lisa Ihde
Tobias Markus | Dominik Meier | Paul Methfessel

Juni 2021
Coding Da Vinci Stipendium Niedersachsen

Inhaltsverzeichnis

[Inhaltsverzeichnis](#)

[Kurzzusammenfassung](#)

[Einleitung](#)

[Verbesserungen und Erweiterungen des Prototypen](#)

[Konzept](#)

[UI / UX Designs](#)

[FabSeal Explore](#)

[FabSeal Remix](#)

[Konzept](#)

[Implementierungs-Details](#)

[Fortschritt](#)

[FabSeal Create](#)

[Verbesserungen im Backend](#)

[Erweiterbarkeit durch neue Datensätze](#)

[Parameteroptimierung im Shape From Shading Schritt der Pipeline](#)

[3D Druck](#)

[Software Verbesserungen](#)

[Anleitung zur Fabrication](#)

Kurzzusammenfassung

Unser Ziel für FabSeal ist das interaktive Erfahren von Siegeln zu ermöglichen. Dazu nehmen wir den originalen Datensatz, der aus Fotos der 1498 Siegel aus der Siegelsammlung Paul Arnold Grun besteht, und rekonstruieren sie anhand der Schattierung zu 3D-Objekten. Nutzer*innen können auf unserer Website fabseal.de diese durchstöbern und mit einem 3D-Drucker ausdrucken.

Nach dem Hackathon haben wir als erstes unsere Website verbessert, haben Fehler, die uns von Nutzern gemeldet wurden beseitigt und die Algorithmen beschleunigt. Danach haben wir uns Konzepte für die neuen Features überlegt. Wir wollen die Siegel-Übersicht verbessern, eine Remix-Seite einbauen, mit der Nutzer eigene Siegel aus vorhandenen Elementen bauen können und es Nutzern erlauben eigene Bilder zu Siegel umzuwandeln. Weiterhin möchten wir Teile der Prozessschritte, die für das rekonstruieren der 3D-Objekte notwendig sind, auf unseren Server umziehen und die Algorithmen darauf anpassen. Durch die bisherigen Treffen mit Sebastian Meier haben wir ein sehr genaues Konzept von den Abläufen der Website und unseren Zielgruppen, welches wir weiter unten vorstellen werden.

Einleitung

Wir haben für unser Projekt eine Förderung von zwei Stipendien bewilligt bekommen. Unser Team besteht aus Softwareentwickler*innen und Design Thinker*innen, die auch alle zum Gründungsteam von FabSeal gehören.



Gruppenbild vom FabSeal-Team im Discordchannel

Ursprünglich haben wir folgende Meilensteine im Rahmen von zwei Stipendien geplant:

- **Formerkennung :**
 - Mit anderen Datensätzen (manuell durch uns) erweitern (bspw. Wappen, andere Siegelabdrücke, Münzen, ...)
 - Dynamische Pipeline auf dem Server
- **Shape from Shading:**
 - Anderer Algorithmus, der z.B. Schattenwurf berücksichtigt
- **Webauftritt:**
 - Verbesserung der Webseite
 - HD-Video zur Projektvorstellung und Dokumentation
- **Wissenschaftskommunikation:**
 - Flachvitrine gestalten
- **Höhenbild zu 3D-Modell:**
 - Dynamischer Algorithmus mit Positionierung, Ecken-Korrektur zum besseren 3D-Druck
- **Physische Herstellung:**
 - Stempel mit Lasercutter (verschiedene Materialien und Verfahren testen)
 - Anleitung zum Erstellen/Drucken/Lasercutten von Siegeln erstellen (Text und Video)

Von der Jury haben wir das Feedback erhalten, dass wir mit den zwei Stipendien die Punkte "Eigene Siegel" und "Webauftritt" unbedingt umsetzen sollten. Der Punkt "Eigene Siegel" war von uns eigentlich für 3 Stipendien angesetzt, da es ein eigenes größeres Projekt ist und wir uns nicht sicher waren, ob das neben den geplanten Verbesserungen und Funktionalitäten auch machbar sei mit so wenig Zeit.

- **Eigene Siegel:**
 - Zeichen-Editor entwickeln, dafür verschiedene Konzepte und Techniken testen
 - Siegel auf Basis von Namen generieren (experimentell)

Die Gestaltung einer Vitrine für den Datengeber sei im Rahmen von Coding da Vinci allerdings nicht förderwürdig. Auch die Ordnung der Siegel auf einer Landkarte sähe die Jury als zu weitreichend für die Projektlaufzeit an. Das sei ein eigenes großes und tolles Projekt – jedoch nicht im Rahmen der zwei möglichen CdV-Stipendien für FabSeal. Kriterien der Provenienz, also der Herkunft der Siegel, könnten ggf. durch weitere Facetten ergänzt werden (Schlagworte: Motiv, Form, Größe, Jahr).

Unser angepasstes Vorhaben hat sich daher auf der Verbesserung der Webseite fokussiert. Hierfür haben wir uns auch Coaching gewünscht, den wir mit Sebastian Meier auch erhalten haben.

Verbesserungen und Erweiterungen des Prototypen

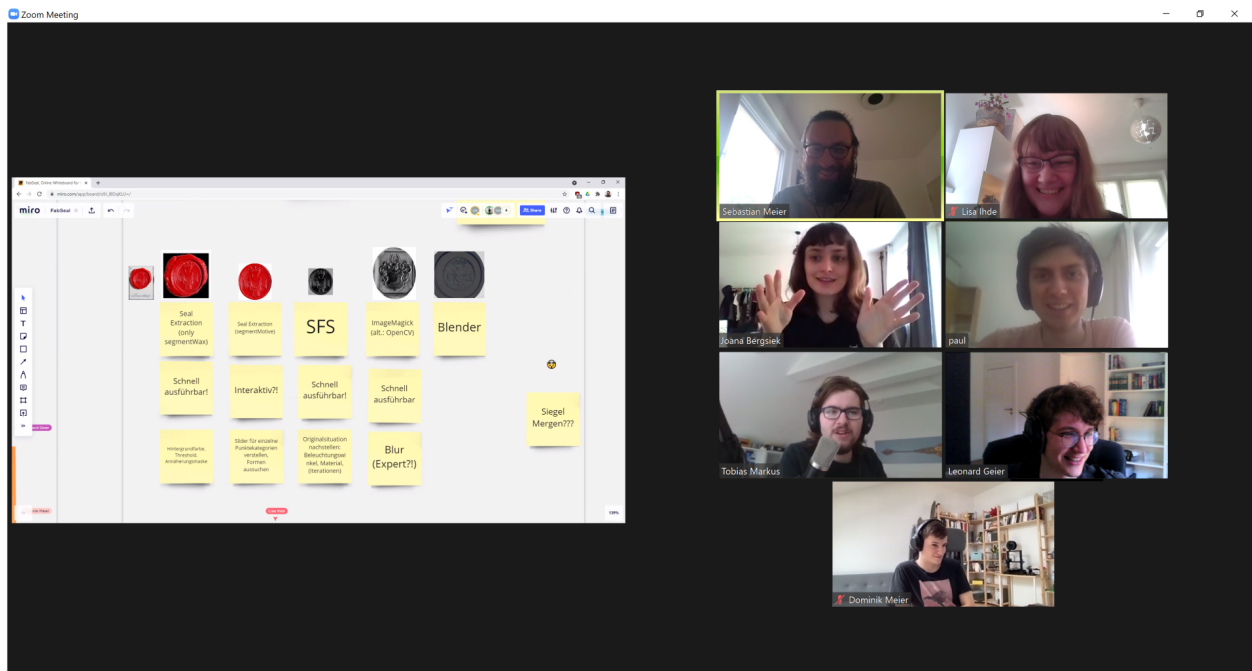
Konzept

Im Treffen mit Sebastian Meier haben wir unter anderem versucht, die Zielgruppen von FabSeal näher zu erfassen und zu differenzieren. Drei Zielgruppen haben wir identifiziert:

Die Zielgruppe *Museum* besteht aus Datengebern bzw. Museen und Ausstellungen, die für FabSeal Daten bereitstellen möchten. Zuvor hatten wir überlegt, für diese Zielgruppe spezialisierte Werkzeuge und Software bereitzustellen, um den Upload von Daten zu vereinfachen. Allerdings haben wir mit Sebastian festgestellt, dass der Nutzen dieser Software fraglich ist. Stattdessen planen wir ein spezielles Kontaktformular, in dem wir Datengebern anbieten, im Gespräch mit uns die Daten anzubieten.

Die Zielgruppe *Technikaffine*r Nutzer*in* hat Kenntnisse im Bereich des 3D-Drucks und möchte genau erfahren, wie man beispielsweise ein Siegel praktisch ausdruckt.

Die Zielgruppe *Interessierte*r, aber mit Technik nicht bewandte*r Nutzer*in* interessiert sich zwar für Siegel und ähnliche Datensätze, ist aber nicht in der Lage selbstständig einen 3D-Drucker zu bedienen. Beim Entwurf der Webseite muss darauf geachtet werden, die Bedürfnisse dieser Zielgruppe zu berücksichtigen und die Daten leicht erlebbar zu machen.



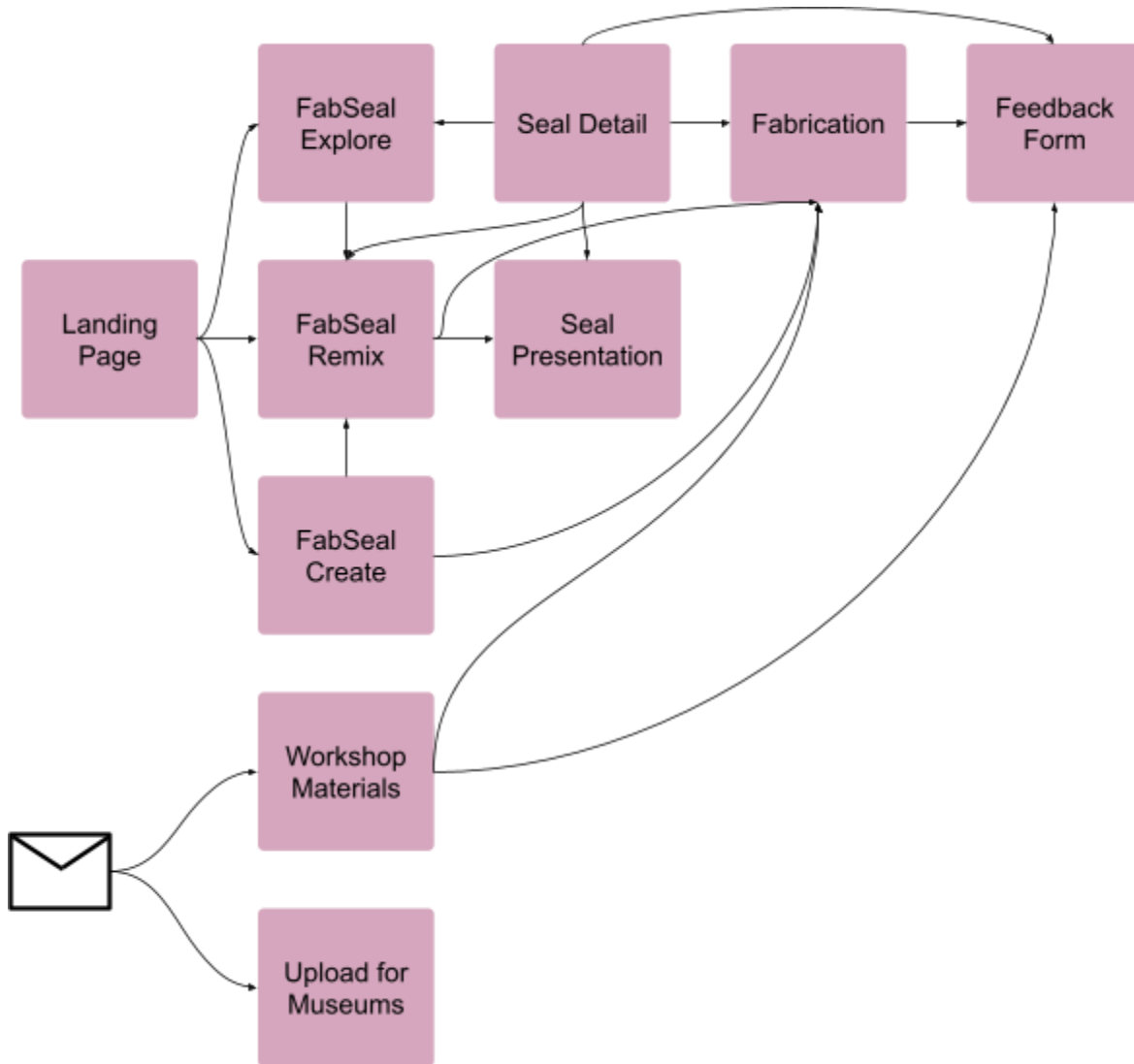
Planungstreffen bzgl. UI/UX-Design mit Sebastian Meier

UI / UX Designs

Um uns ein genaueres Verständnis von den Anforderungen der verschiedenen Zielgruppen zu verschaffen, haben wir mehrere Customer Journeys formuliert. Ein*e Museumsmitarbeiter*in könnte FabSeal beispielsweise als Teil einer Führung oder eines Workshops verwenden. Die 3D-gedruckten Siegel könnten die Ausstellung den Besuchern näher bringen und als einzigartiges Souvenir dienen. Hier wäre es besonders wichtig, dass das Auswählen und Drucken konkreter Siegel einfach und schnell abläuft.

Eine Person, die die Siegel durchstöbern will, um einen zum Ausdrucken zu finden, würde mehr geholfen werden durch intuitiv verwendbare Erkundungswerkzeuge.

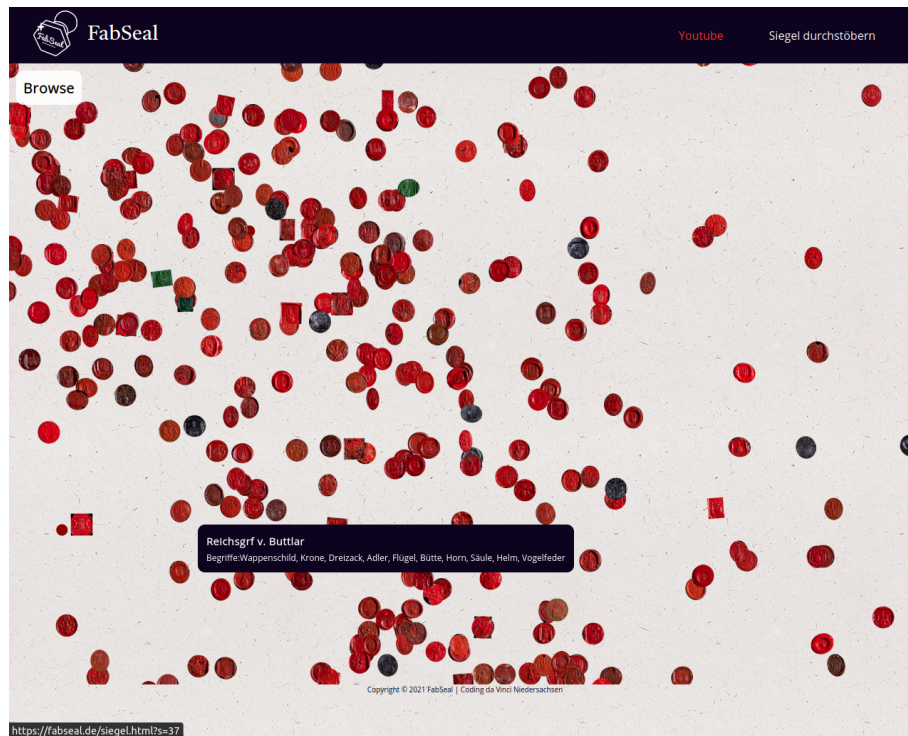
Aus diesen Journeys haben wir eine neue Struktur für die Webseite entwickelt, die die neuen Anforderungen abdeckt. Dabei werfen wir die Webseite nicht komplett um; die Startseite und Browse-Ansicht bleiben etwa und werden durch zusätzliche Seiten, wie für das Mergen von Siegeln und das Hochladen von eigenen Motiven, ergänzt. Außerdem wollen wir Material für Museen bereitstellen, damit sie FabSeal für Archivierung und in Workshops verwenden können. Wir haben die drei Hauptinteraktionen der Website FabSeal Create, FabSeal Remix und FabSeal Explore benannt.



Geplante Struktur für die Webseite

FabSeal Explore

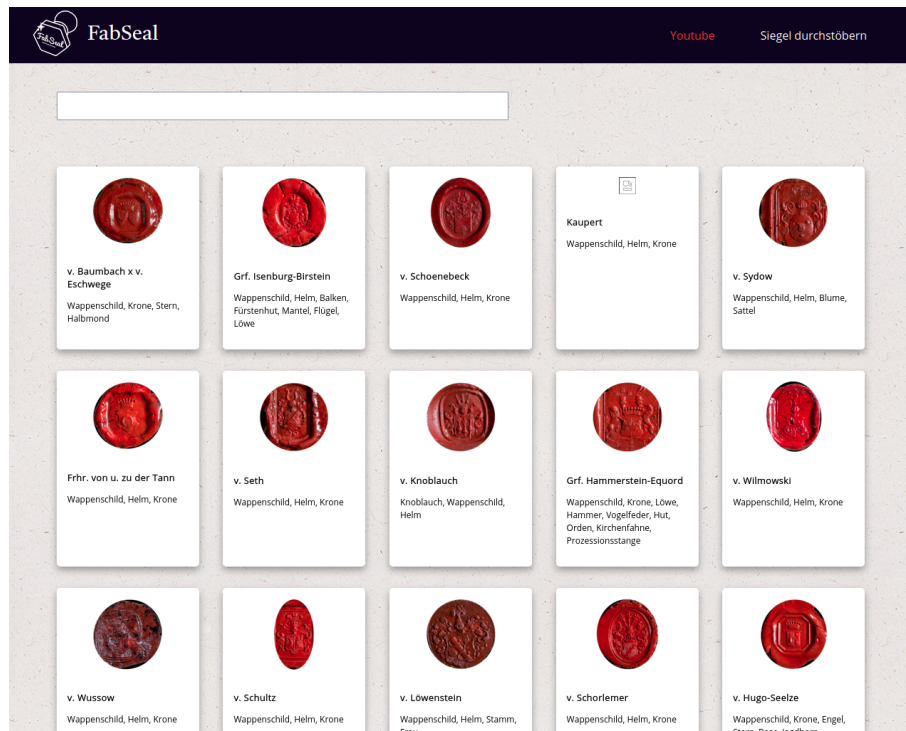
Wir vor, die FabSeal Explore (ursprünglich die Browse-Ansicht) Seite neu zu Implementieren und zu erweitern. Die ursprüngliche Implementierung ordnet alle Siegel auf einer abstrakten, 2-dimensionalen Karte an, wobei Siegel, deren Motive sich ähneln, näher beieinander liegen. Beispielsweise liegen zwei Siegel, die beide einen Löwen abbilden, näher beieinander als ein Drittes, auf dem nur eine Rose zu sehen ist. Diese etwas unorthodoxe Aufbereitung der Daten soll es einfacher für Benutzer machen, den Datensatz zu erkunden.



Die ursprüngliche Browse-Ansicht

Die jetzige Implementierung ist sicherlich auch einladend, doch es leider recht schwierig, die Semantik hinter der Anordnung der Siegel zu erkennen. Wir suchen momentan noch nach einer Lösung für dieses Problem; vorstellbar wäre etwa die Beschreibung verschiedener Siegel-Cluster mit Schriftzügen. Außerdem ist das Framework D3, das wir für die Visualisierung verwenden, nicht für unsere Datenmenge geeignet. Deshalb planen wir, auf eine Rendering-Engine wie [PixiJS](#) oder eine Softwarelösung wie dem [VIKUS Viewer](#) umzusteigen.

Die Kartenansicht ist außerdem nicht für alle Anwendungen geeignet. Für ein*e Expertennutzer*in, welche*r den Datensatz bereits kennt, wäre eine strukturierte Ansicht geeigneter. Deshalb wollen wir eine konventionelle tabellarische Ansicht für den Datensatz implementieren, in der nach Familien und Siegelmotiven gefiltert werden kann.

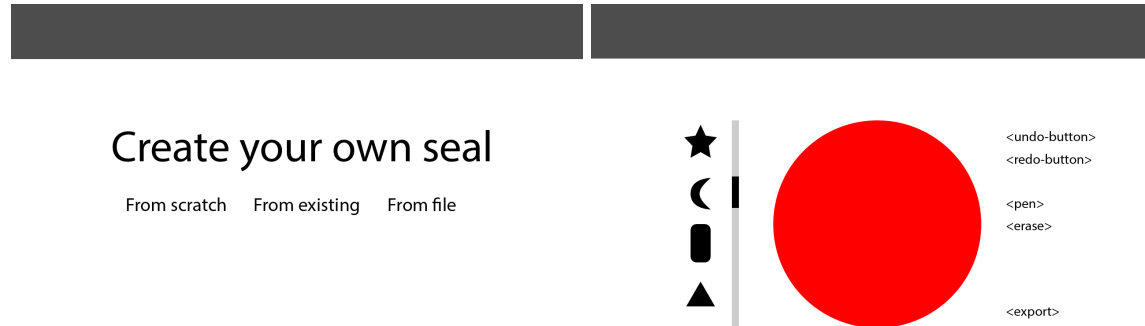


Die tabellarische Variante der Browse-Ansicht

FabSeal Remix

Teil unserer Ziele für FabSeal ist es, Nutzer*innen die Möglichkeit zu geben aus bestehenden Siegeln eigene zu kreieren. Dies lässt sie spielerisch die Elemente verstehen, aus denen Siegel aufgebaut sind. Dieses Feature kann zum Beispiel im Rahmen eines Workshops in Museen eingesetzt werden, bei dem Teilnehmende nach einer Einführung eigene Siegel erstellen, ausdrucken und als Souvenir mitnehmen können.

Konzept



Sobald Nutzer*innen auf die Seite kommen, können sie auswählen, ob sie ihr Siegel komplett neu oder auf Basis eines existierendes Siegel anfangen wollen. Sie können auch ein zuvor gespeicherten Entwurf weiter bearbeiten (Bild 1). Beim Bearbeiten können sie Elemente (Löwe, Helm, Krone, ...) aus bestehenden Siegeln auswählen und in ihrem Siegel platzieren (Bild 2). Sobald sie fertig sind können sie das Siegel exportieren und drucken. Weitere optionale Features sind ein Undo/Redo-Button und ein Zeichen-Tool.

Implementierungs-Details

Wir benutzen die Bibliothek [FabricJs](#) um Nutzer*innen die Elemente frei anordnen zu lassen. Die wählbaren Elemente wurden vorher von uns manuell (aber mit Hilfe eines Scripts) ausgeschnitten und vorbereitet. Sobald die Nutzer*innen exportieren, wird auf dem Server die tatsächliche Höhenkarte (Heightmap), die zum Anzeigen benötigt ist, erstellt. Weiterhin wird über ein Blender-Script das 3D-Objekt erstellt, das 3D-gedruckt werden kann.

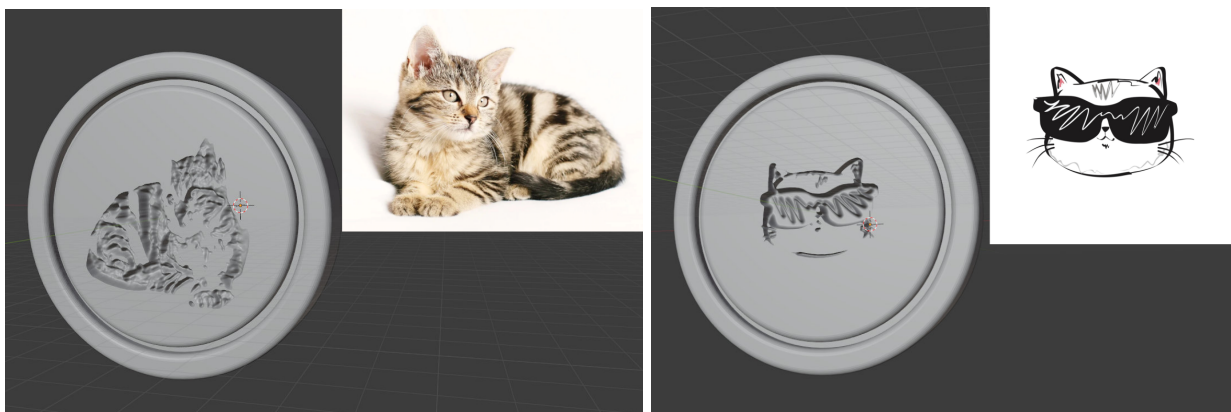
Fortschritt



Momentan (Stand 12.06.) sind wir dabei FabricJs einzubinden und die Kommunikation mit dem Server zu bauen (Der Screenshot oben ist der momentane Stand der Website, enthält aber noch nicht das finale Styling).

FabSeal Create

FabSeal Create gibt Nutzer*innen die Möglichkeit, eigene Bilder hochzuladen. So können zum Beispiel comicartige Bilder von Katzen in einen Stempel umgewandelt werden. Durch einen Expertenmodus ist es möglich, Importparameter anzupassen, um das Ergebnis zu optimieren.



Verbesserungen im Backend

Neben den für Nutzer*innen sichtbaren Änderungen haben wir auch einige

Verbesserungen am Backend durchgeführt, welche die Einführung neuer Funktionalität ermöglicht und unsere Produktivität verbessert.

Die Verarbeitung der Siegel erfolgt in mehreren Schritten, die wir unter den Begriff *Pipeline* zusammenfassen. Wenn diese Pipeline auf einem Laptop für sämtliche Siegel-Aufnahmen ausgeführt wird, dauert der gesamte Prozess mehrere Stunden, da schon die Verarbeitung eines einzelnen Bilds etwa 10 bis 30 Sekunden benötigt. Die lange Verarbeitungszeit hat bislang das Testen von experimentellen Änderungen erschwert. Außerdem ist die Pipeline etwas fragil, sämtliche Abhängigkeiten müssen korrekt installiert und eingerichtet sein.

Um die Ausführung der Pipeline zu erleichtern, haben wir zunächst die Einrichtung der Pipeline mit Docker-Containern automatisiert. Damit ist es künftig sehr einfach, die benötigten Abhängigkeiten bereitzustellen. Außerdem haben wir einen Server gemietet, auf dem wir die Pipeline nun automatisiert ausführen wollen. Dies erleichtert die Entwicklung und die Bereitstellung der verarbeiteten Siegel.

Neben der vorhandenen Pipeline wollen wir zukünftig auch weitere Dienste anbieten (FabSeal Create und FabSeal Remix). Die Verarbeitung der Daten soll der Einfachheit halber ebenfalls auf unserem Server ausgeführt werden. Um dies zu erreichen, wollen wir zunächst die dafür nötigen Schnittstellen und internen Dienste bereitstellen.

Erweiterbarkeit durch neue Datensätze

Es ist uns besonders wichtig, nicht nur Siegel, sondern auch neue Datensätze zu unterstützen. Wir haben jedoch beschlossen, dass das vollautomatisierte Einlesen von großen Datensätzen mithilfe der Webseite keine gute Option ist. So könnten zwar Museen ohne unser Zutun ihre Daten in FabSeal reinladen, jedoch ist dies mit großem Aufwand für eine kleine Nutzergruppe verbunden. Deshalb richten wir unseren Fokus darauf, selber einige Datensätze manuell zu importieren, um herauszufinden, an welchen Stellen unsere Import Pipeline dafür flexibel gestaltet werden muss. Auf der Webseite gibt es die Möglichkeit eines Kontaktformulars, welches Museen erlaubt, mit uns in Kontakt zu treten, so dass ihre Datensätze dann veröffentlicht werden können. Das erlaubt uns zudem eine deutlich größere Vielfalt an Dateiformaten zu unterstützen, die in einer automatisierten Lösung alle vorausgesehen werden müssten. Wir wollen die gewonnene Zeit zudem in die weitere Ergebnisoptimierung unseres Shape From Shading Ansatzes stecken.

Parameteroptimierung im Shape From Shading Schritt der Pipeline

Kern unserer Bildverarbeitungs-Pipeline ist der Shape-From-Shading-Schritt. Hier wird aus dem zweidimensionalen Foto eine Heightmap, also ein Höhenbild erstellt, das sich anschließend zu einem 3D-Modell des Siegels erweitern lässt. Dafür haben wir bis jetzt zwei verschieden parametrisierte Algorithmen. Einstellparameter sind zum Beispiel der Einfallswinkel des Lichts, oder die Beschaffenheit der Oberfläche des Siegels. Da wir nicht nur Siegel unterstützen möchten, haben wir dafür gesorgt, dass die Parameter besser einstellbar sind. Ein großes Problem war bisher jedoch, dass es nicht möglich war eine quantitative Aussage über die Qualität des Höhenbildes zu machen. Hierfür benötigt man nicht nur eine Fotografie des Siegels, sondern zusätzlich das zugehörige Höhenbild, um anschließend einen Abgleich vorzunehmen. Wir haben deswegen mit Experten Kontakt aufgenommen, um uns 3D-Scans der Siegel anfertigen zu lassen, und nach anderen Möglichkeiten gesucht. Die Datenlage an 3D gescannten Museumsstücken ist leider sehr schlecht, jedoch haben wir mit dem Siegel der Universität Heidelberg ein Testobjekt gefunden, welches wir nutzen können, solange es keine 3D Scans unserer bisher genutzten Datensätze gibt.



Links: Fotografie des Siegels

Rechts: Zugehöriges Höhenbild CC By SA04

<https://heidata.uni-heidelberg.de/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.11588/data/10044>

Auf Basis dieses Testobjektes nutzen wir einen genetischen Algorithmus, der verschiedene Parameter ausprobiert, und am Ende eine Näherung an die optimalen Parameter zur Umwandlung ausgibt.

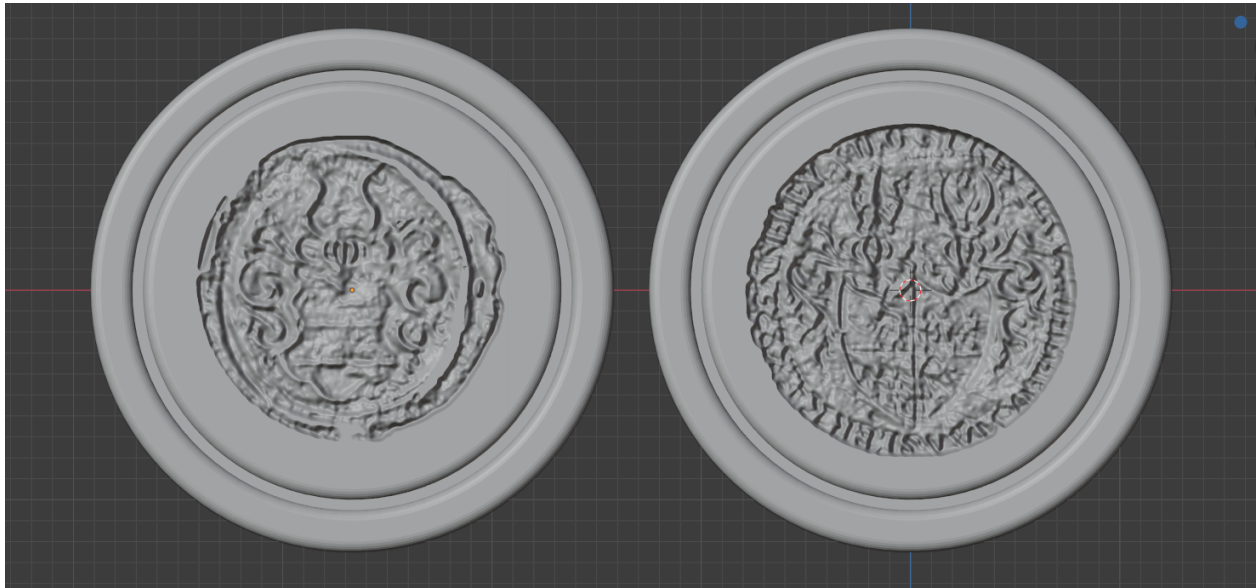
Durch den von uns angemieteten Server können wir nun auch länger dauernde Parameter Optimierungen ausprobieren, und die Pipeline häufiger ausführen, womit wir hoffen durch mehr Iterationen von kleinen Verbesserungen insgesamt bessere Ergebnisse erzielen zu können.

3D Druck

3D Modelle sind das Ergebnis unseres Algorithmus. Sie bilden die Basis unserer Fabrikation, welche mit einem 3D Drucker haptisch realisiert werden kann. Dementsprechend haben wir weiter die Qualität unserer Modelle auf technischer, als auch eine ausführliche Anleitung zum eigenen Drucken auf informeller Seite verbessert und eingeführt.

Software Verbesserungen

In unserem bisherigen Datensatz an 3D Modelle hatten wir manche Ausreißer, bei denen der Schritt von dem Höhenbild zum Modell in ein löchriges, unabgeschlossenes Modell resultierte. Dies war ein Nebeneffekt von Annahmen in der Implementation, die sich auf den Normalfall der Siegelsammlung beschränkten. Die restlichen 3D Modelle eigneten sich nur auf einem Resin-Drucker zur Fabrikation, da durchschnittliche 3D Drucker das kleine, detaillierte Motiv nicht hochauflösend drucken konnten.



Links: Ein Motiv in der vorherigen Datenbank. Die Tiefe der Heightmap wird nicht ganz ausgenutzt (siehe flache, sichelförmige Fläche rechts). Rechts: Verbesserte Version, mit erhöhter Tiefer, größere Einhaltung von Kanten und Flächennutzung.

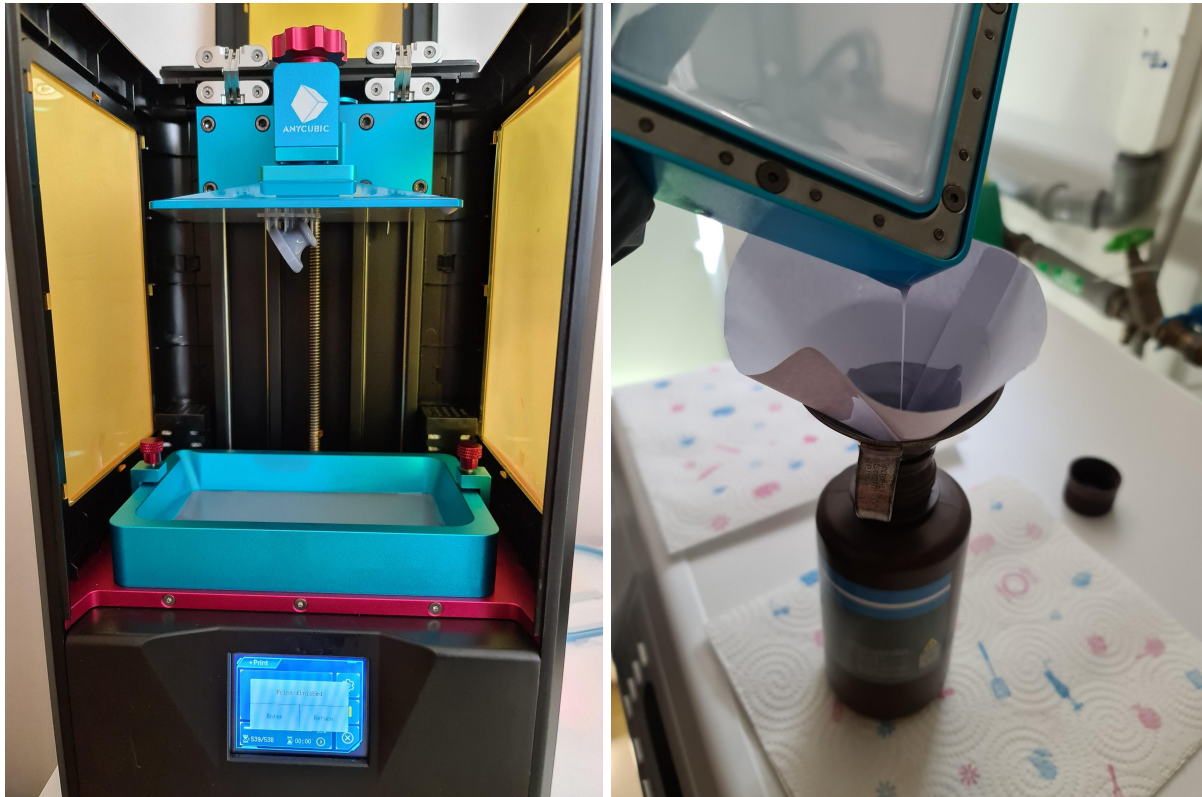
Mit Überarbeitungen in der Post-Prozessierung und dem Blender-Skript konnten wir ein konsistent qualitatives Datenset kreieren. Alle Motive nehmen mehr der verfügbaren Fläche ein, haben eine doppelte Relieftiefe und unterstützen Slicing auf regulären 3D Druckern. Wir haben außerdem eine Option zur Generierung gering aufgelöster Modelle hinzugefügt. Das überarbeitete Blender-Skript erzielt die verbesserten Ergebnisse nicht nur für das Siegel-Datenset, sondern unterstützt jetzt beliebige Höhenbilder, um sie zu einem Stempel umzuwandeln. Mit einem neuen Skript, welches beliebige Bilder für Blender vorbereitet, kann jedes (Nutzer-)Bild innerhalb von Sekunden konvertiert werden. Besonders für comicartige und selbstgezeichnete Motive entstehen gute Stempel (siehe FabSeal Create).

Anleitung zur Fabrication

Da unsere Zielgruppe unterschiedliche Vorkenntnisse besitzen, haben wir uns Gedanken zu einer Anleitung für die Herstellung des Siegelstempels gemacht. Der herkömmliche Drucker, der mittlerweile immer mehr Einzug in den Haushalten hat, nutzt das FDM-Verfahren, wo schichtweise geschmolzener Kunststoff aufgetragen wird, bis das Modell fertig ist. Durch das feine Relief der Stempel sollte aber ein Resindrucker genutzt werden. Dies ist aber noch nicht so weit verbreitet, weshalb unsere Schrittanleitung dort

Abhilfe schaffen wird.

Hier wird uns Sebastian Meier bei einem der nächsten Treffen Vorschläge zur Gestaltung geben. Wir haben aber jetzt schon ca. 70 Fotos und Videos bei der Herstellung aufgenommen und Texte verfasst. Wir haben im Team nun ein Resindrucker, an dem wir unsere Modelle testen. Uns hat das gezeigt, dass ein Resindrucker nicht immer fehlerfrei druckt und versuchen hier mögliche Probleme zu sammeln, die in einem FAQ aufgegriffen werden könnten.



Links: Fertiger Druck des Siegelstempels
Rechts: Zurückgießen des restlichen Resins