Richtlinie zum „Software-Sprint“

BaumRaum – 01IS23S09

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger:

Christoph Trost

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01IS23S09 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Kurze Darstellung der Aufgabenstellung und Motivation

Nachhaltiger Waldumbau, angenehme Innenstädte und CO2-Bindung – große Flächen an Bäumen müssen für diese drei wichtigen Themen gepflanzt werden. Eine der kritischsten Fragen ist dabei, welche Baumart für welchen Ort tauglich ist. Dieses Projekt liefert die Antwort: Wird ein Baum an diesen Koordinaten auch in 40 Jahren überlebensfähig sein?

Laien war es bisher unmöglich, evidenz-basierte, datengestützte Werkzeuge zu nutzen um diese Frage für einen Ort und verschiedene Klimaszenarien zu beantworten.

Dafür wurden folgende Meilensteine erreicht:

Datenarchitektur: Mapping und Testen der nutzbaren Datenquellen, Hosting und Deployment der App vorbereiten.

Networking: Forstämter, Forschende, Institute (z.B. Thünen Institut), Baumpflanzende (z.B. Tiny Forest Initiativen), Medien kontaktieren und dafür entsprechende Kommunikationshilfen erarbeiten.

Aufbau Baumdatenbank mit Entscheidungen zu: welche Baumarten werden genutzt, welcher geografische Raum ist abzudecken?

Klimadaten der Vergangenheit und Zukunft akquirieren: Möglichst engmaschige Rasterdaten mit möglichst weitreichenden bioklimatischen Variablen aussuchen und importieren.

Berechnung Klimahüllen: anhand historischer und künftiger Klimadaten und o.g. Baumdatenbank

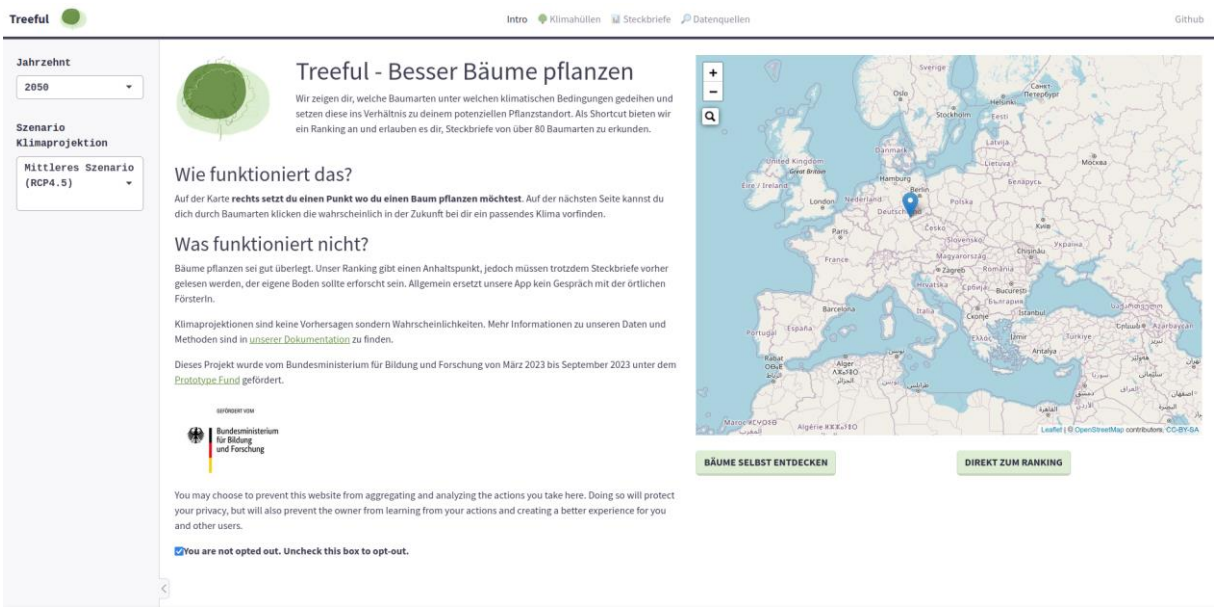
Programmierung der Shiny App: Der/die User setzt den geplanten Pflanzstandort auf eine interaktive Karte, wählt Baumart aus und bekommt ein Diagramm, ob der geplante Standort im Habitatsbereich lag, liegt oder liegen wird.

Beitrag des Projektes zu den Zielen der Förderinitative „Software-Sprint“

Digitale Technologien müssen schnell entwickelt werden um den beunruhigenden Trends in Klimawandel und Waldumbau entgegenzuwirken. Dieses Projekt ist im Bereich Civic Tech und Data Literacy zu verorten: eine App wird bereitgestellt, die komplexe, forstwirtschaftliche Daten anwenderbezogen visualisiert. Gleichzeitig werden ausschließlich öffentliche Daten von Beständen des Bunds und der Europäischen Union, besonders von Copernicus, analysiert und somit einem breiteren Publikum zugänglich gemacht und neue Nutzungsmöglichkeiten erschlossen. Mit diesem Projekt werden besonders drei Gruppen erreicht: Forst-Forschenden werden Programmiercode und technische Dokumentation geliefert, Baumpflanzende bekommen eine Web-App um evidenz-basiert Zukunftsbäume für den eigenen Standort zu finden, Datenwissenschaftler bekommen Erfahrungen und Programmiercode einer komplexen Shiny App, welche auch auf andere Probleme übertragen werden können.

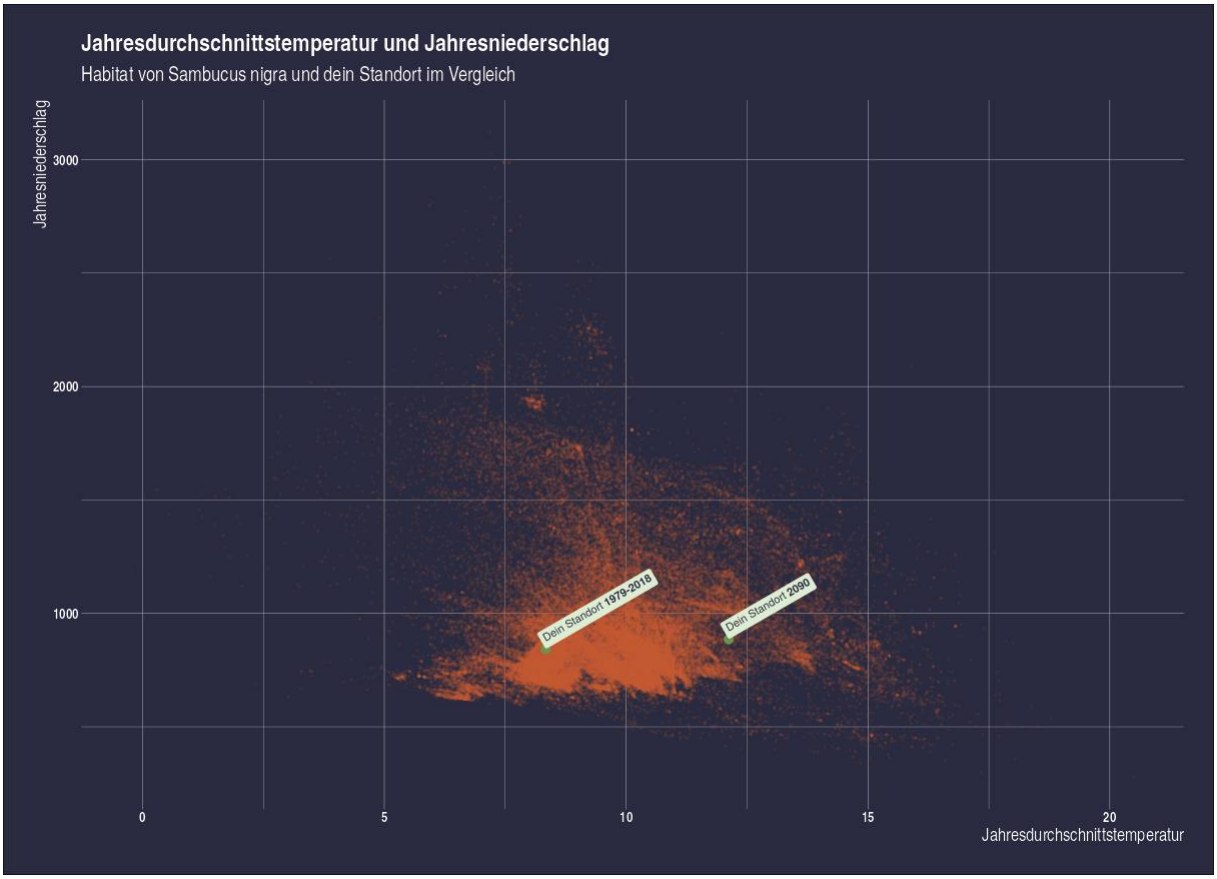
Ausführliche Darstellung der Ergebnisse

Im Laufe der Förderzeit wurde eine Web-Applikation entwickelt und die o.g. Meilensteine erreicht. Die Web-App ermöglicht es Usern einen Standort auf einer Karte zu setzen und Klimaszenarien (RCP 4.5 und RCP 8.5) sowie Zeiträume (von 2030 bis 2090) auszuwählen.



User haben nun die Möglichkeit ein schnelle und vereinfachte oder lange und komplexe Antwort zu erhalten. Für User mit wenig Zeit bietet die App ein Ranking der tauglichsten Bäume für den gewählten Ort in der gewählten Zukunft. Für dieses Ranking wurde eine ungewichtete Entfernung vom Durchschnitt in perzentilen Schritten errechnet. Für User mit mehr Zeit und Erfahrung wird angeboten, Klimahüllen selbst zu erstellen und optisch abzugleichen. Damit können Ergebnisse des

Ranking vertieft verstanden werden. Ziel einer Klimahülle ist stets, dass die zukünftigen Standortwerte weiterhin in der roten Habitatswolke bleiben, wie hier für den Schwarzen Holunder:



Für diese Berechnungen wurden folgende konkrete Probleme gelöst:

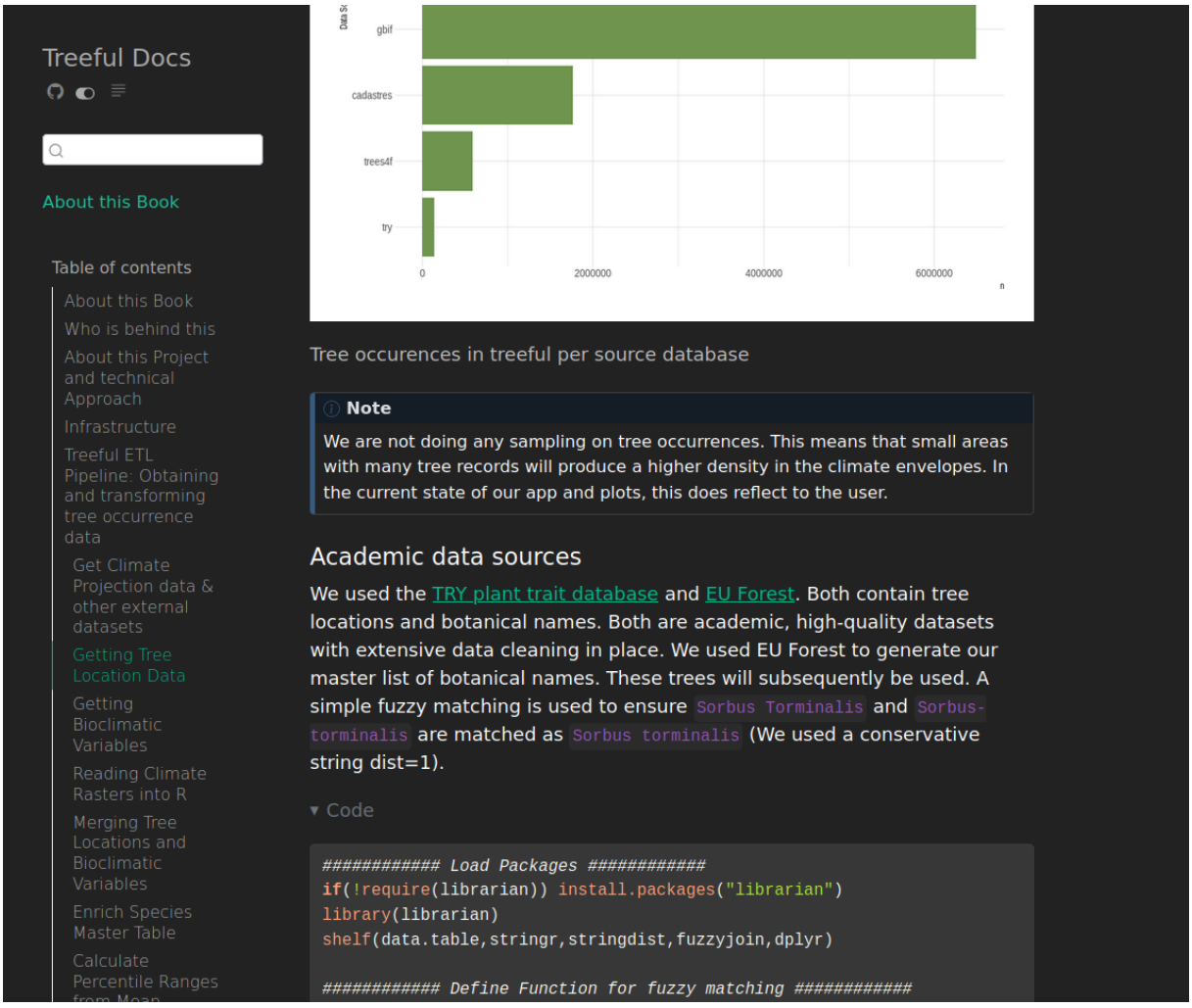
1. Aufbau einer Baumdatenbank aus diversen Quellen (akademische Baumdatenbanken, städtische Baumkataster, forstwirtschaftliche Quellen), inklusive Harmonisierung von Geo-Projektionen und botanischen Namen.
2. Import und Harmonisierung von bioklimatischen Daten der Vergangenheit und Zukunft aus Copernicus Beständen.
3. Effiziente Extraktion bioklimatischer Variablen von den Standorten einzelner Bäume und Ablage dieser in einer Postgis Datenbank.
4. Erstellung eines Frontends, das die Habitate einzelner Baumdaten im Vergleich zum eigenen Standort darstellt.

Diese technischen Schritte bieten in sich selbst einen praxisorientierten Erkenntnisgewinn für verschiedene Zielgruppen.

Zielgruppe, Nutzen und mögliche Weiterentwicklungen

Das Projekt entfaltet seinen Nutzen besonders bei drei Zielgruppen: technisch versierten Forschenden, Baumpflanzenden und Datenwissenschaftlern.

Weltweit wird zur Klimaanpassung von Wäldern geforscht. Die Methodik dieses Projekt – das sog. Species Distribution Modelling – ist dabei akademischer Standard. Einzelne Schritte der Datenpipeline dieses Projekts können dabei frei genutzt und weiterentwickelt werden, beispielsweise für andere Regionen der Welt oder mit anderen Baumarten. Für diese technisch versierten NutzerInnen stellt dieses Projekt eine ausführliche Dokumentation unter https://docs.treeful.de zur Verfügung:



Die Web-Applikation ist einsatzbereit und aufrufbar unter https://app.treeful.de. Baumpflanzende, ob privat, kommerziell oder kommunal, können dort europaweit vergleichen wie sich das Klima an einem Standort entwickeln wird, im Verhältnis zum bevorzugten Habitat von über 100 Baumarten. Während der Förderphase wurde das Projekt vorgestellt bei Forstämtern in Thüringen und Bayern, Tiny Forest Initiativen, dem NABU sowie lokalen Vereinen. Resultat dieser Konsultationen war vor allem die Verbesserung der Baumsteckbriefe und des User Interfaces. Für jede Baumart wird nicht nur die klimatische Eignung angezeigt, sondern auch Informationen zu Giftigkeit, Allergien,

Bodenansprüchen, etc. bereitgestellt. Dabei wurde besonders darauf Wert gelegt, das Problem des klimaangepassten Baumpflanzens nicht zu stark zu vereinfachen, jedoch auch eine Nutzung durch Laien zu ermöglichen.

Zuletzt wurden Forschungsergebnisse im Bereich der Web-Entwicklung im Shiny Framework erzielt. Shiny ist ein Umfeld für interaktive Datenapplikationen in der Programmiersprache R. Besonders für große Datensätze, wie in diesem Projekt, und für zahlreiche gleichzeitige User muss Shiny erheblich angepasst und optimiert werden. Diese Schritte wurden dokumentiert und können für jedes andere datenwissenschaftliche Projekt recycelt werden.

In zwei Bereichen bedarf das Projekt einer Weiterentwicklung: zum ersten kann das Ranking mit Machine-Learning verbessert werden. Aus Zeitgründen wird das Ranking aus einer perzentilen Abweichung vom Durchschnitt für jede Baumart und jede bioklimatische Variable errechnet. Dies liefert verlässliche Ergebnisse, jedoch wird dabei der Zusammenhang zwischen den Variablen nicht rechnerisch berücksichtigt. Machine-Learning könnte dabei Abhilfe schaffen. Zweitens ist mit einer Weiterentwicklung der Klimamodelle zu rechnen. Momentan werden Projektionen aus der Klimaprojektion CMIP5 genutzt. Bioklimatische Variablen aus dem neuen CMIP6 sind in den kommenden Monaten zu erwarten. Die Daten-Infrastruktur dieses Projekt wurde so entwickelt, um ein schnelles Einspielen neuer Modelle zu ermöglichen.

Kurze Darstellung der Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Besonders die Auswahl der passenden bioklimatischen Datensätze benötigten erheblichen Arbeitsaufwand. Dabei wurden Datensätze von CHELSA, Worldclim und Copernicus ausführlich getestet mit der Entscheidung lediglich Copernicus beizubehalten. Während der Förderphase gab es wichtige Entwicklungen in genutzten Bibliotheken der Programmiersprache R. Durch diesen unerwarteten Effizienzgewinn in der terra Bibliothek wurde das geplante Vorgehen, Rasterdateien in Postgis zu speichern, verworfen. Die Shiny App liest nun direkt Raster-Dateien von Copernicus ohne Umwege.

Kurze Angabe von Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Die Startseite des Projekts ist unter https://treeful.de zu finden. Von dort sind Verlinkungen angegeben zur eigentlichen App unter https://app.treeful.de sowie der technischen Dokumentation unter https://docs.treeful.de und dem Quellcode auf Github unter https://github.com/3ful/treeful/.

Kurze Erläuterung zur Einhaltung der Arbeits- und Kostenplanung

Das Projekt verlief insgesamt innerhalb des geplanten Arbeitsaufwands. Ein Mehraufwand entstand jedoch durch die Größe der berechneten Datensätze und dem damit einhergehenden Zwang zur Optimierung. Das Rechenmodell benötigt mehrere Tage um die Datenbank von 9 Millionen Baumstandorten aufzubauen und bioklimatisch zu berechnen.

Kurze Darstellung von etwaigen Ergebnissen bei anderen Stellen

Kurz vor Projektbeginn wurde vom Unternehmen Appsilon eine Web-App mit ähnlichem Ziel, jedoch grundverschiedener Methodik veröffentlicht. Future Forests zeigt, wo Baumarten sich zurückziehen oder Habitat gewinnen werden. Von der Klarheit und Einfachheit des Interfaces wurde dieses Projekt inspiriert. Future Forests löst jedoch das Problem wandelnder Wälder großflächiger als dieses Projekt mit standortbezogenen Berechnungen.

Dieses Projekt liegt datenfluss-abwärts zahlreicher öffentlicher Datenbanken. Es wurde erwartet, dass externe Stellen Änderungen und Anleitungen ihrer Daten besser kommunizieren.