

Richtlinie zum „Software-Sprint“

TEP - Trans-Europa-Planer

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger:

Katharina Rasch

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01IS24S46 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Kurze Darstellung der Aufgabenstellung und Motivation

Motivation

Mit dem Zug zu fahren emittiert ca. 10% des CO₂, als die gleiche Strecke mit dem Flugzeug zu fliegen. Nur leider ist das Planen längerer Zugreisen über Ländergrenzen hinweg viel komplizierter als einfach den nächsten Direktflug zu buchen. Dies schreckt unerfahrene Zugreisende ab.

Tools zur multimodalen (Zug, Fähre, Bus) und internationalen Reiseplanung gibt es natürlich zur Genüge. Diese optimieren automatisch für kürzeste Reisezeit und teilweise auch für kürzeste Anzahl der Umstiege. Beim Planen langer Zugreisen (z.B. Hamburg -> Sizilien) sind aber oft andere Kriterien mindestens genauso wichtig: Ich möchte eine bequeme Verbindung, mit genug Puffer, insbesondere bei Anbieterwechsel. Wenn eine Übernachtung unterwegs nötig ist, dann gern irgendwo wo ich noch nie war (aber dann gern dort mit Ankunft nicht so spät, damit ich noch Zeit habe, mich da umzuschauen). Aha, ein Reiseweg (nicht unbedingt der schnellste) führt über Zürich? Da kenn' ich jemanden, wo ich übernachten kann! Ach, ich muss eh in Rom umsteigen? Mittagspause auf der Piazza, das klingt super! Kurz gesagt: bei solchen Reisen ist auch immer ein bisschen der Weg das Ziel.

Alle genannten Kriterien sind sehr persönlich und ergeben sich teilweise erst während des Planungsprozesses. Existierende Planungstools decken dies nicht ab. Alle Nutzer*innen dieser Tools bekommen den gleichen „optimalen“ Reisevorschlag und Anpassungsmöglichkeiten sind äußerst begrenzt. Das führt natürlich zu Frustrationen.

Der Trans-Europa-Planer geht einen komplett anderen Weg, weniger automatisches Routing und stattdessen ein interaktives, fast spielerisches Benutzerinterface, das Nutzer*innen unterstützt beim Ausprobieren, Hin- und Herschieben, Vergleichen verschiedener Reismöglichkeiten.

Geplante Vorgehensweise

Entwicklung einer Web-Applikation auf Basis von HTML/CSS/JS. Die Web-Applikation soll sowohl auf großen Bildschirmen (Desktops/Laptops) als auch auf kleinen Bildschirmen (Mobiltelefon/Tablet) funktionabel sein. Die Web-Applikation soll, wie oben beschrieben, es Nutzer*innen ermöglichen, auf interaktive Weise ihre Zugreisen zu planen und verschiedene Reisemöglichkeiten einfach zu vergleichen.

Geplante Meilensteine

1. Papierprototyp für 2 Beispielreisen mit mehreren Alternativrouten + Usertesting
2. Projektwebseite online, inklusiver ersten „geteilten“ Reiseplanes (noch komplett manuell ohne Planer erstellt)
3. Erste Version des Planers, mit nur vorher festgelegten Teilstrecken der Beispielreisen aus (1) + Usertesting
4. Möglichkeit eigene Teilstrecken manuell hinzuzufügen + Usertesting
5. Möglichkeit Reisepläne zu teilen und eigene Pläne auf Basis geteilter Pläne zu erstellen + Usertesting
6. Reiseplan von Punkt 2 wird durch echten Reiseplan ersetzt + zwei weitere (von mir) geteilte Reisepläne auf der Startseite verlinkt
7. Erstellung eines Nachhaltigkeitskonzeptes zur Fortführung des Projekts nach Förderende.
8. Untersuchung der Möglichkeiten teilautomatisierter Planungsschritte (ausgehend vom User Feedback)
9. Konzept / erste Tests zur Integration von Fahrplandaten / Fahrplan-APIs. Untersuchung der API-Landschaft europäischer Bahngesellschaften.
10. Offizieller Release eines finalen Demonstrators (eigene Reisen planbar und teilbar, mindestens 3 „vorgefertigte“ Reisen veröffentlicht)

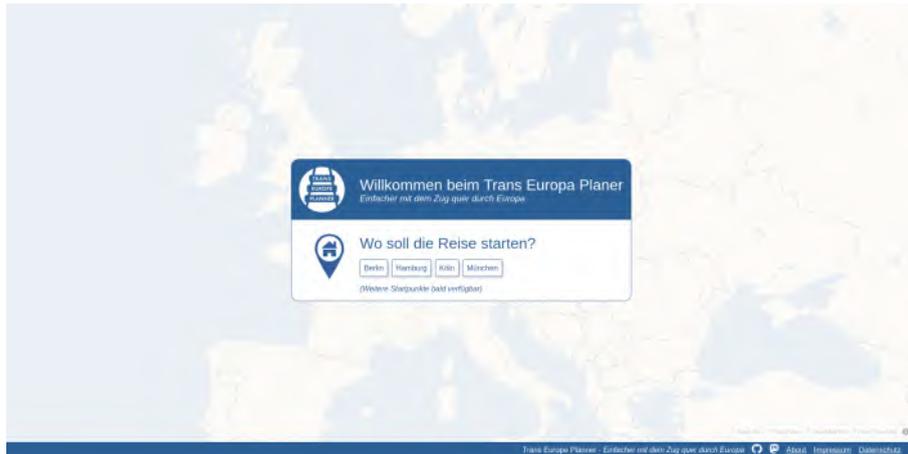
Beitrag des Projektes zu den Zielen der Förderinitiative „Software-Sprint“

Der Trans-Europa-Planer fällt in das Themenfeld „Civic Tech“ - anhand von offenen verfügbaren Daten Mehrwert für Nutzer*innen schaffen und mehr Reisende dazu zu animieren, die Bahn zu wählen statt zu fliegen, und somit weitaus weniger CO2 zu emittieren.

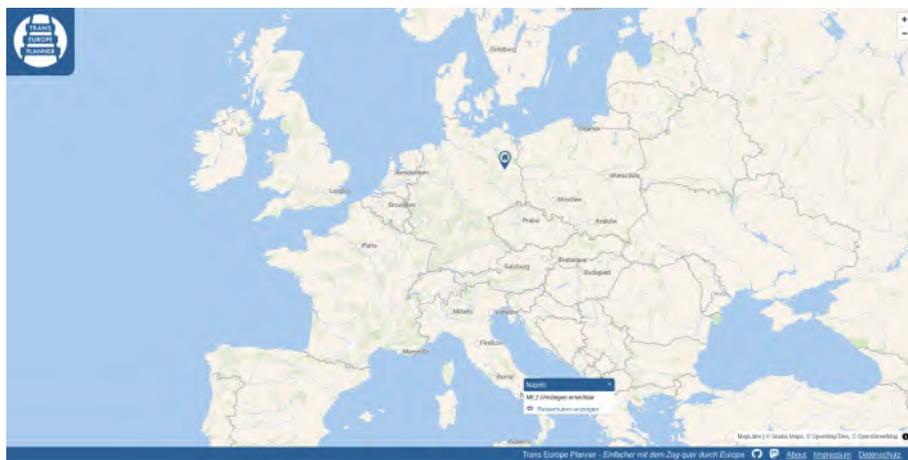
Ausführliche Darstellung der Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes wurde ein Benutzerinterface entwickelt, welches sich am besten anhand einer Reihe Screenshots vorstellen lässt.

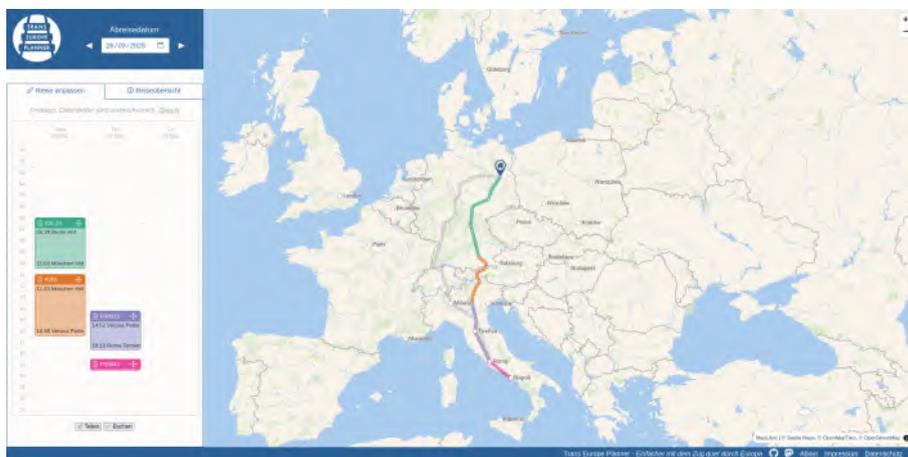
Beim ersten Betreten der Webseite kann die Nutzerin ihren Startpunkt auswählen.



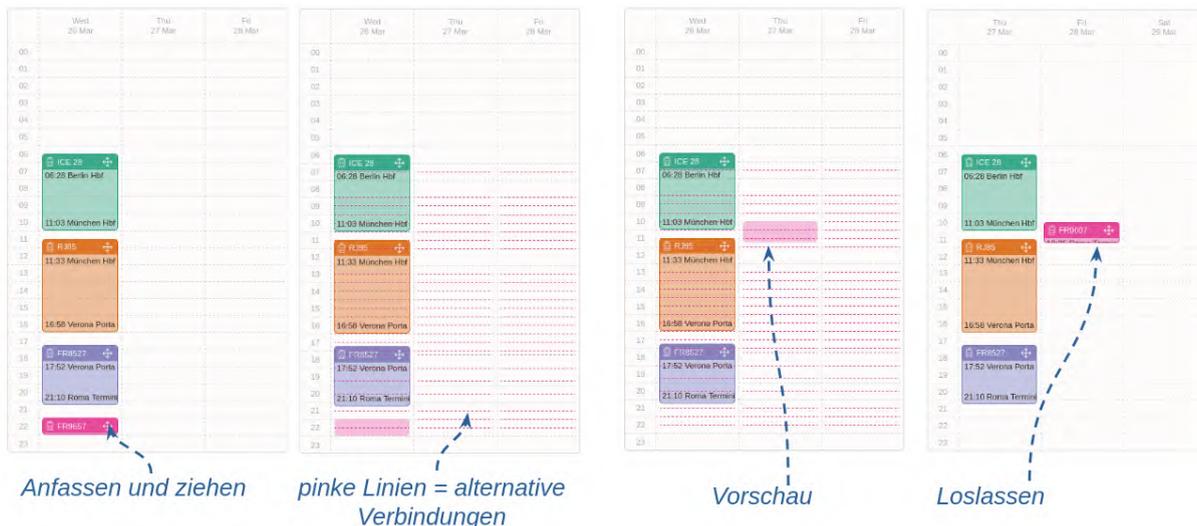
Dann wird eine Karte angezeigt, welche verschiedene Reiseziele anbietet. Zu den Reisezielen wird, wie im Screenshot zu sehen, auch schon etwas Information dargestellt („Neapel ist von Berlin mit 2 Umstiegen erreichbar“).



Nach Auswahl eines Reiseziels (im Beispiel „Neapel“) werden auf der Karte verschiedene mögliche Reisewege angezeigt, zwischen denen per Mausclick umgeschaltet werden kann. Gleichzeitig öffnet sich auf der linken Seite ein Reisekalender, der die einzelnen Zugverbindungen der Reise als Kalendereinträge darstellt.



Im Reisekalender kann die Nutzerin nun komfortabel ihre Anpassungen vornehmen. Dazu greift sie mit der Maus eine der Zugverbindungen (beispielsweise die pinke Verbindung von Rom nach Neapel) und beginnt diese zu ziehen. Direkt erscheinen im Kalender pinke Linien, welche anzeigen, zu welchen Zeiten diese Verbindung noch angeboten wird. Die Nutzerin kann die Zugverbindung jetzt an die gewünschte Stelle bewegen und dort loslassen. Dies kann sie so oft wie gewünscht mit allen Zugverbindungen im Reiseplan durchführen, bis sie zufrieden ist.



Dieses Benutzerinterface wurde umgesetzt als Webanwendung in HTML/CSS/JS. Es funktioniert in allen aktuellen Browsern, sowohl auf Desktopcomputern als auch Mobiltelefonen und Tablets. Es ist online jederzeit verfügbar unter <https://trans-europe-planner.eu/>. Während der Entwicklung wurden regelmäßig Nutzertests durchgeführt, deren Ergebnisse jeweils in die weitere Entwicklung geflossen sind.

Der im Förderzeitraum erreichte Entwicklungsstand im Detail ist:

- Benutzerinterface mit Karte und Kalender, wie in den Screenshots dargestellt.
- Unterstützung für vier Startpunkte (Berlin / Hamburg / Köln / München) mit jeweils 22 möglichen Zielpunkten, jeweils mit möglichen 1-3 Reisewegen.
- einmalige, manuelle Integration von offiziellen Fahrplandaten der Deutschen Bahn plus ausgewählten Zugverbindungen im Ausland.

Abweichungen von der geplanten Vorgehensweise / geplanten Meilensteine

Arbeit mit offiziellen Datenquellen statt mit von Nutzer*innen eingebrachten Verbindungsdaten

Die geplante Vorgehensweise war es, nur einige wenige Fahrplandaten in der Applikation zu integrieren und einen Mechanismus bereitzustellen, um die restlichen Fahrplandaten von Nutzer*innen zu crowdsourcen (siehe Meilenstein 4). In diesem Punkt gab es die größte Abweichung vom Projektplan. Es wurde kein crowdsourcing implementiert (Meilenstein 4 wurde somit übersprungen), stattdessen wurden die per GTFS Feed von der Deutschen Bahn veröffentlichten Fahrplandaten plus ausgewählte Auslandsverbindungen direkt in die Applikation integriert.

Dies hat mehrere Vorteile. (1) Es ist bequemer für die Nutzer*innen. (2) Es gab im Originalplan keine Strategie, wie die von den Nutzer*innen mitgebrachten Fahrplandaten aktuell gehalten werden

können. (3) Da keine Infrastruktur nötig war, um die von Nutzer*innen mitgebrachten Verbindungsdaten zu speichern (beispielsweise relationale Datenbank), war es bisher noch nicht nötig ein Backend zu implementieren. Der Trans Europa Planer läuft also aktuell als reine Frontend-Applikation, alle nötigen Daten (inklusive Verbindungsdaten) werden einfach aus vorbereiteten JSON-Dateien geladen. Die Entscheidung, zunächst ohne Backend zu arbeiten, hat es ermöglicht, sehr schnell zu entwickeln, vieles auszuprobieren und flexibel auf User-Tests zu reagieren.

Noch kein Fokus auf Teilen von selbst erstellten Reiseplänen

Aufgrund von User-Tests wurde beschlossen, mehr Fokus auf die Planungs- und explorativen Aspekte des Projektes als auf das Teilen von Reiseplänen mit anderen Nutzer*innen zu legen. Meilenstein 5 wurde somit übersprungen und der Aspekt „Teilen“ des Meilensteins 10 wurde nicht erfüllt. Zum Ausgleich wurden weitaus mehr vom System vorberechnete Reisepläne (die Nutzer*innen sich dann wie beschrieben anpassen können) bereitgestellt als geplant (3 geplant, 88 tatsächlich).

Zielgruppe, Nutzen und mögliche Weiterentwicklungen

Während des Projektzeitraums wurden zwei Zielgruppen identifiziert:

1. Erfahrene Zugreisende: Menschen die schon mindestens 2 längere (grenzüberschreitende) Zugreisen durchgeführt haben, denen somit die Schwierigkeiten bei der Planung bekannt sind, die sich aber trauen eine solche Reise durchzuführen und mit Problemen während der Reise (Zugausfall etc) umgehen können.
2. „Würde-gerne-mal“ potentielle Zugreisende: Menschen die beispielsweise aus Umweltgründen gerne mit dem Zug reisen würden, sich dies aber bisher nicht zugetraut haben, weil schon die Planung und Buchung als schwierig empfunden werden und Sorgen bestehen, dass unterwegs etwas schief gehen könnte.

Während des Förderzeitraums wurde zunächst auf Zielgruppe 1 fokussiert. Bei der FOSDEM 2025 Konferenz in Brüssel wurde der Prototyp/Demonstrator einem Vortrag vor ca. 100 Personen aus dieser Zielgruppe vorgestellt und hat großes Interesse hervorgerufen. Weiterhin wurde ein kurzes Video, welches das Projekt vorstellt, auf der Social Media Plattform Mastodon veröffentlicht und wurde dort auch recht weit geteilt (500 mal geteilt), hat viele positive Kommentare bekommen und der Demonstrator wurde von vielen Personen ausprobiert. Links sowohl zum Vortragsvideo als auch dem Mastodonpost folgen im Abschnitt „Präsentationsmöglichkeiten“.

Mögliche Weiterentwicklungen

Datenarbeit

Fokus für den Förderzeitraum war zunächst (wie auch im Förderantrag beschrieben), die Entwicklung und Validierung des Benutzerinterfaces, mit wenig Fokus auf Datenarbeit (nur so viel wie nötig). Damit die Applikation nun tatsächlich für die Reiseplanung benutzbar werden kann, muss nun eben diese Datenarbeit passieren, damit auch immer aktuelle Fahrplandaten in der Applikation verfügbar sind.

Insbesondere sind diese Arbeiten:

- Integration der GTFS-Feeds (Fahrplandaten) anderer Bahnunternehmen. Dies ist keine triviale Aufgabe, da die Feeds zwar nominell alle das gleiche Datenformat benutzen, aber oftmals nicht direkt miteinander kompatibel sind. Insbesondere besteht das Problem, dass oftmals die Fahrpläne grenzüberschreitender Züge an der Landesgrenze „aufhören“, so dass die Fahrplandaten für diese Züge aus mehreren GTFS-Feeds zusammengestückt werden müssen, was wiederum dadurch erschwert wird, dass die jeweiligen Bahnunternehmen unterschiedliche Identifikatoren für Züge und Stationen verwenden. Hierzu gibt es allerdings bereits Vorarbeiten anderer Open-Source-Projekte [1, 2], die so weit wie möglich genutzt werden sollen.
- Automatisierte Verarbeitung dieser Feed (per Continuous Integration Pipeline), so dass der Applikation immer die aktuellen Fahrplandaten zur Verfügung stehen. Auch hier kann teilweise auf Vorarbeiten der oben genannten Open-Source-Projekte aufgebaut werden.
- Vorberechnung der typischen Reisewege zwischen allen in den Datensätzen vorhandenen Städten/Orten. Aktuell werden nur 4 Startstädte mit je 22 Zielen unterstützt, zur Reisewegberechnung wurde ein Brute-Force Algorithmus mit manueller Nachbearbeitung verwendet. Für größere Datensätze ist ein besser skalierender Ansatz nötig, hier kann sich beispielsweise an [3] orientiert werden.

[1] <https://github.com/motis-project/motis>

[2] <https://github.com/public-transport/transitous>

[3] Fast Routing in Very Large Public Transportation Networks Using Transfer Patterns, H. Bast et al., Algorithms - ESA 2010, 18th Annual European Symposium. Proceedings, Part I, Springer, pp. 290-301

Erreichen von Zielgruppe 2

Um auch Zielgruppe 2 zu erreichen, sind folgende Erweiterungen der Applikation denkbar:

- Erfahrene Zugreisende (aus Zielgruppe 1) können ihre tatsächlich durchgeführten Zugreisen teilen und mit Erfahrungsberichten und Hinweisen versehen. Diese Reisen können dann von anderen Nutzer*innen übernommen und nach eigenen Bedürfnissen angepasst werden. Die Hoffnung ist, dass potentielle Zugreisende damit das Vertrauen bekommen, sich selbst auf eine solche Reise einzulassen.
- Weiterhin könnte es interessant sein, Reisstrecken und potenziell auch Reiseziele mit Bildern anzureichern, zur Inspiration und um Lust auf die Zugreise zu machen.

Weitergehende Effekte aus der Open-Source-Stellung der Ergebnisse

Mehrere Personen haben bereits Feedback / Verbesserungsvorschläge in Form von github issues hinterlassen. Weiterhin beschäftigt sich ein Student einer Universität hier in Berlin im Rahmen einer Studienarbeit mit dem Projekt und entwickelt daran weiter; dies wäre ohne Open-Source-Stellung weitaus schwerer möglich gewesen.

Persönliche fachliche Weiterentwicklung

Dieses Projekt hat mich in meiner persönlichen fachlichen Weiterentwicklung Richtung Full-Stack-Developer unterstützt, da es das erste große Frontend-Projekt war, an dem ich arbeiten konnte.

Kurze Darstellung der Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Alle durchgeführten Arbeiten waren für die veröffentlichten Ergebnisse relevant. Es gab keine Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben bzw. nicht weiterverfolgt wurden.

Kurze Angabe von Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Das Nutzerinterface ist online verfügbar unter <https://trans-europe-planner.eu/>. Es funktioniert in allen aktuellen Browsern, sowohl auf Desktopcomputern als auch Mobiltelefonen und Tablets.

Der Quellcode ist verfügbar unter <https://github.com/krasch/trans-europe-planner>

Video der Präsentation auf der FOSDEM2025:

<https://video.fosdem.org/2025/k4601/fosdem-2025-6205-explorative-routing.av1.webm>

Post auf Mastodon mit kurzen Einführungsvideo zum Projekt:

https://fosstodon.org/@trans_europe_planner/113919330975535006

Kurze Erläuterung zur Einhaltung der Arbeits- und Kostenplanung

Abweichungen von der Meilensteinen wurden bereits oben im Abschnitt „Ausführliche Darstellung der Ergebnisse“ beschrieben. Abgesehen von diesen Abweichungen wurde die Arbeits- und Kostenplanung eingehalten.

Kurze Darstellung von etwaigen Ergebnissen bei anderen Stellen

nicht relevant