Richtlinie zum “Software-Sprint”

Bahn-Vorhersage

Zuwendungsempfänger: Theodor Döllmann

---

1 Schlussbericht

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01IS23S26 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

2 Kurze Darstellung der Aufgabenstellung und Motivation

Die fortschreitende Klimakrise stellt die Gesellschaft vor neue Herausforderungen. Besonders der Verkehrssektor hat laut Umweltbundesamt seit 1990 kaum Fortschritte im Klimaschutz erzielt. Daher ist hier der Handlungsdruck besonders groß. Für eine klimagerechte Verkehrswende braucht es eine leistungsstarke und zuverlässige Bahn. Auch bei großen Anstrengungen, die aktuell noch nicht getan werden, wird noch einige Zeit verstreichen, bis die deutsche Schieneninfrastruktur so ausgebaut ist, dass die Bahn das Rückgrat der klimaneutralen Mobilität darstellen kann. Um die Bahn dennoch jetzt attraktiver zu machen, benötigt es Zwischenlösungen, sodass mit Verspätungen besser umgegangen werden kann.

Für dieses Problem sollte im Rahmen des Projekts Bahn-Vorhersage ein Lösungsansatz erarbeitet werden: Bei der Suche nach Zugverbindungen sollen nicht nur die Zugverbindungen selbst angezeigt werden, sondern auch alternative Verbindungen von Unterwegshalten aus. Wird ein Anschlusszug verpasst, sind die Alternativen dadurch schon bekannt. So können Nutzer:innen das Verspätungsrisiko besser einschätzen - Zugverbindungen mit schlechten Alternativen bei Verspätungen können vermieden werden.

Das Projekt Bahn-Vorhersage besteht schon länger. Es beschäftigte sich bisher mit der Prognose der Anschlusssicherheit innerhalb von Zugverbindungen. Dafür existierte bereits eine Webseite und ein Datensammler für Fahrplan- und Echtzeitdaten der Bahn in Deutschland. Dieses bestehende System sollte nun mit der Erarbeitung der folgenden Meilensteine ergänzt werden, sodass es Alternativen mit anzeigen kann:

- Einbindung der DB RIS::Stations API, um dynamische Umsteigezeiten pro Bahnhof zu berechnen
- Umstrukturierung der Datenbasis auf ein routingfähiges Format (GTFS[1] ähnlich)
- Entwicklung eines Routing-Algorithmus mit Beachtung von Anschlussprognosen
- Einbindung von Echtzeitdaten (z.B. aktuelle Verspätungen) in das Routing
- Einbindung des neuen Algorithmus in die Webseite bahnvorhersage.de, UI Design zur Darstellung der neuen Verbindungssuchen.

[1] General Transit Feed Specification

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

Zielgruppe sind alle Personen in Deutschland, die den ÖPNV nutzen oder gerne nutzen wollen. Aktuell müssen alternative Zugverbindungen an Umsteigebahnhöfen manuell herausgesucht werden. Durch das Projekt sollen diese schwierig erreichbaren Informationen zu Alternativen von Zugverbindungen übersichtlich dargestellt werden. Dadurch bekommen Nutzer:innen eine bessere und einfachere Möglichkeit, Zugreisen zu planen und mit erwartbaren Verspätungen umzugehen.

Dass Reisende einen besseren Zugang zu Reiseinformationen haben, führt zu besseren selbstbestimmten Entscheidungen und liegt daher im Einklang mit den Zielen der Förderinitiative “Software-Sprint”.

4 Ausführliche Darstellung der Ergebnisse

Die Meilensteine konnten bis auf die Einbindung von Echtzeitdaten in das Routing umgesetzt werden. Im Folgenden sind die Endergebnisse in die Abschnitte Nutzer:innenoberfläche und Backend unterteilt. Abschn. 4.1 geht darauf ein, wie die Ergebnisse praktisch genutzt werden können; Abschn. 4.2 behandelt die technische Umsetzung.

4.1 Nutzer:innenoberfläche

Auf der Seite bahnvorhersage.de/routing können Nutzer:innen einen Start- und Zielbahnhof sowie die geplante Uhrzeit einer Reise angeben. Anschließend werden mögliche Zugverbindungen gesucht und wie in Abb. 1 dargestellt.

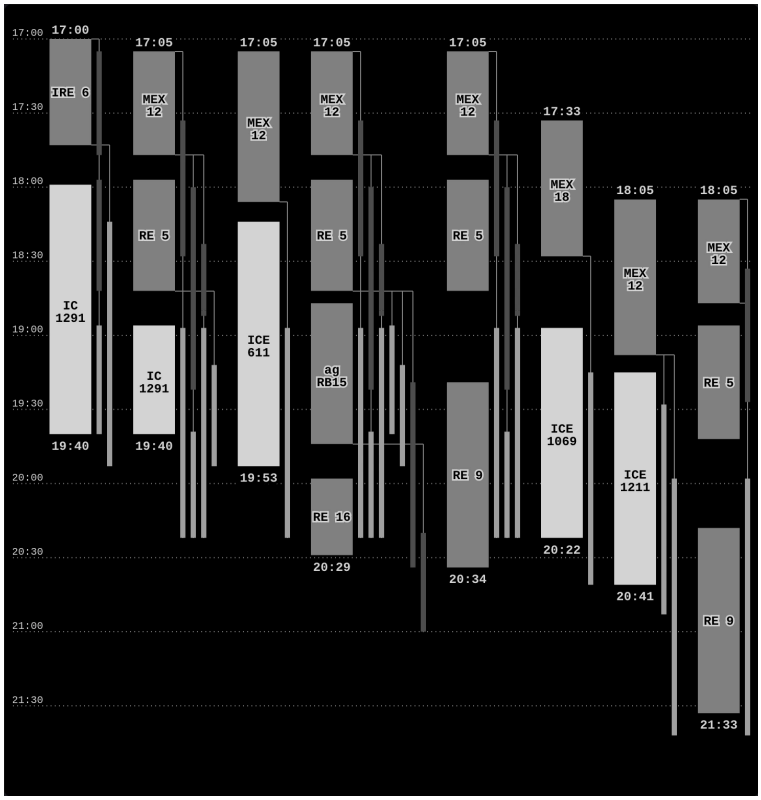


Abbildung 1: Beispielhafte Zugverbindungen von Tübingen Hbf nach Augsburg Hbf

Eine Zugverbindung besteht aus den breiten Rechtecken mit Zugnummern darauf und ist von Oben (Abfahrt) nach Unten (Ankunft) zu lesen. Die schmalen Balken rechts neben der Zugverbindung deuten die möglichen Alternativen an, wenn ein Anschluss verpasst wird. Sie sind mit einer Linie zu dem Punkt in der Zugverbindung verbunden, an dem die alternative Verbindung startet.

Um weitere Verbindungen zu sehen, kann die Darstellung nach Links "gewischt" werden bzw. können Pfeil-Tasten und Schaltflächen zur Navigation verwendet werden. Die Details von einzelnen Verbindungen werden durch Klicken auf die Verbindung angezeigt.

Die Webseite ist zudem als Progressive Web-App verfügbar, kann damit auf Android-Smartphones installiert werden und bietet dadurch eine App-ähnliche Bedienung.

4.2 Backend

Die schon bestehenden Daten des Projekts Bahn-Vorhersage wurden in das routingfähige Format GTFS[2] umgewandelt. Neue Daten werden in Echtzeit in dieses Format übertragen.

Auf diesen Daten kann eine Python-Implementation des Connection-Scan-Algorithmus (CSA) alle Pareto-Optimalen[3] Zugverbindungen nach folgenden Kriterien finden:

- Ankunfts- und Abfahrtszeit
- Anzahl der Umstiege
- Gefahrene Streckenlänge
- Ausschließlich Regionalzüge
- Möglichst lange Umsteigezeiten

Nachdem die Zugverbindungen gefunden wurden, kann der CSA zu diesen Verbindungen Alternativen finden. Dabei wird davon ausgegangen, dass ein Zug maximal 30 Minuten Verspätung erreichen kann.

5 Zielgruppe, Nutzen und mögliche Weiterentwicklungen

Durch das Vorschlagen von Alternativen für Zugverbindungen können Nutzer:innen besser einschätzen, wie zuverlässig ihre Zugverbindungen bei Verspätungen sind. Es ist möglich einfach zu sehen, ob bei einem verpassten Anschluss mit insgesamt z.B. 10, 30, 60 oder 120 Minuten Verspätung gerechnet werden muss. Dadurch, dass das Projekt Open Source ist, kann das Routing vollständig nachvollzogen und in anderen Projekten genutzt werden. Dies könnte besonders interessant für Forschungen auf dem Gebiet des öffentlichen Verkehrs sein.

Da die zugrunde liegenden Daten jetzt in einem öffentlich dokumentierten Dateiformat vorliegen, ist eine eventuelle zukünftige Veröffentlichung einfacher. Dies kann aber erst nach der Klärung einiger rechtlicher Fragen geschehen.

Die neu entwickelte Routing Engine soll auf Dauer das gesamte Routing von Verbindungen im Projekt Bahn-Vorhersage übernehmen. Dafür muss allerdings die Geschwindigkeit verbessert werden. Vermutlich würde es genügen, die Routing Engine in einer schnellen, compilierten Programmiersprache wie Rust neu zu schreiben. Dies würde es auch ermöglichen, Verspätungsvorhersagen und Anschlussprognosen einzubauen.

[2] General Transit Feed Specification

[3] Eine Pareto-Optimale Zugverbindung ist eine Zugverbindung, bei der keine weitere Zugverbindung keine Eigenschafft (z.B. die Anzahl der Umstiege) verbessert werden kann, ohne eine andere Eigenschafft (z.B. die Fahrtdauer) zu verschlechtern.

6 Kurze Darstellung der Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Der letztendlich verwendete, CSA basierte, Routingalgorithmus ist nicht der erste Entwurf gewesen. Im Voraus wurde schon ein Graphen-basierter Ansatz und ein Trip-basierter Ansatz entwickelt, die aber beide nicht die nötige Geschwindigkeit aufweisen konnten und daher jeweils verworfen wurden.

Zudem wurden die Ergebnisse des ersten Meilensteins nicht mit eingebaut, da sich die von der RIS::Stations API herausgegebenen Umsteigezeiten als häufig unrealistisch lange herausstellten. Daher wurde zur Entwicklung des Routingalgorithmus eine konstante Umsteigezeit angenommen. Auf Dauer werden hier aber vermutlich dynamische Umsteigezeiten mit einfließen.

7 Kurze Angabe von Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Im Folgenden sind die verschiedenen Seiten aufgelistet, die weitere Informationen zu dem Projekt enthalten.

Projektwebseite: bahnvorhersage.de

Neues Routing mit Alternativvorschlägen: bahnvorhersage.de/routing

Source Code auf GitLab: gitlab.com/bahnvorhersage

8 Kurze Erläuterung zur Einhaltung der Arbeits- und Kostenplanung

Die Entwicklung des Routingalgorithmus hat deutlich mehr Zeit in Anspruch genommen als erwartet, daher wurde die Integration von Echtzeitdaten ausgelassen, um dennoch einen funktionierenden Prototyp präsentieren zu können.

9 Kurze Darstellung von etwaigen Ergebnissen bei anderen Stellen

Es gibt einige weitere Projekte, die an ÖPNV-Routing arbeiten. Zu nennen sind besonders Motis (motis-project.de) und ein Projekt von Robin Durner (traines.eu), der an einem auf Wahrschleinlichkeitsverteilungen basierendem Routing arbeitet. In Zukunft könnte eine Integration zwischen den Tools interessant werden. Für die Entwicklung eines Prototyps, der zeigt, wie eine Fahrplanauskunft mit Alternativvorschlägen funktionieren könnte, war dies noch nicht sinnvoll. Dennoch gab es einen Austausch zwischen den Projekten.