

Eine Maturarbeit von Malik Kočan,  
Dorfstrasse 45, 8800 Thalwil  
Betreut von Julia Rafflenbeul

Realgymnasium Rämibühl  
Klasse 6a  
Eingereicht am 06.01.2025

# ZüRIDE

**Entwicklung einer anpassbaren Routenplanung für Fahrradfahrer in urbanen Gebieten  
am Beispiel von Zürich unter Berücksichtigung individueller Präferenzen**





## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I: EINLEITUNG UND THEMENFINDUNG .....</b>                                                 | <b>3</b>  |
| I. EINLEITUNG .....                                                                          | 3         |
| II: THEMENFINDUNG.....                                                                       | 4         |
| <b>II: ZÜRIDE: FAHRRADROUTEN NACH MASS IN ZÜRICH UND UMGEBUNG .....</b>                      | <b>5</b>  |
| <b>III. TECHNISCHE UMSETZUNG .....</b>                                                       | <b>7</b>  |
| I. VERWENDETE PROGRAMMIERSPRACHEN: HTML / CSS / JAVASCRIPT .....                             | 7         |
| II: EXTERNE DATENQUELLEN UND SCHNITTSTELLEN (APIs): OPENSTREETMAP (OSM) UND GOOGLE MAPS .... | 9         |
| III: PROGRAMMABLAUF .....                                                                    | 11        |
| <b>IV: FAZIT UND VERBESSERUNGSMÖGLICHKEITEN .....</b>                                        | <b>12</b> |
| <b>V: ARBEITSPROZESS: VON DER ZÜRIDEE ZU ZÜRIDE .....</b>                                    | <b>13</b> |
| <b>VI: ANHANG .....</b>                                                                      | <b>14</b> |
| I: ZU KÜNSTLICHER INTELLIGENZ .....                                                          | 14        |
| II: BIBLIOGRAPHIE.....                                                                       | 14        |
| III: LINK ZU DER ANWENDUNG UND ZUM CODE .....                                                | 15        |



## I: Einleitung und Themenfindung

### i. Einleitung

Das Fahrrad ist nicht nur für mich persönlich ein sehr wichtiges Fortbewegungsmittel, es ist auch in vielerlei Hinsicht eine der effizientesten Arten kurze bis mittlere Strecken zurückzulegen: Fahrradfahren ist schnell, sicher, platzsparend, emissionsarm und billig; es ist leicht zu erlernen, macht Spass und hält fit.<sup>1</sup> Daher verwundert es nicht, dass Städte auf der ganzen Welt versuchen, ihre Fahrradinfrastruktur auszubauen, und dass mehr und mehr Menschen ihr Fahrrad täglich als Fortbewegungsmittel im Alltag benutzen.<sup>2</sup> Dies führt zu einer sich selbstverstärkenden „Feedbackschleife“: mehr Infrastruktur führt zu mehr Nutzern, welche wiederum mehr Infrastruktur benötigen. Die Infrastruktur ist deshalb so wichtig, da sie den Radfahrern Sicherheit, Geschwindigkeit und Komfort bietet.

Auch in der Stadt Zürich wird die Fahrradinfrastruktur aktiv ausgebaut, trotzdem ist sie noch nicht ausreichend, was zu mehreren Problemen führt. Wer auch nur ein paar Tage in Zürich verbringt, wird Radfahrer sehen, welche sich durch mehrere Spuren Autoverkehr kämpfen müssen, wenn sie links abbiegen wollen; alternativ quälen sie sich durch Menschenmengen am Bellevue oder im Niederdorf, um eben diesem Autoverkehr auszuweichen. Manche Fahrradfahrer warten regelbewusst am Stoppschild, obwohl sie nur rechts abbiegen wollen, andere fahren auf Strassen ohne Fahrradwege, da die fehlende Infrastruktur ihnen keine andere Möglichkeit bietet. Wieder andere benutzen die Tramstrecken und nehmen die Gefahr auf sich, von einer Strassenbahn eingeholt zu werden.<sup>3</sup>

Obwohl Städte wie Kopenhagen oder Amsterdam viel mehr Radfahrende haben, sind derartige Probleme dort seltener zu sehen.<sup>4</sup> Wieso? Die Antwort liegt auf der Hand: Sie haben eine besser

---

<sup>1</sup> “[...] cycling is environmentally, socially and economically sustainable.” Pucher, J., & Buehler, R. (2017). Cycling towards a more sustainable transport future. *Transport Reviews*, 37(6), 689–694.  
<https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1340234>

<sup>2</sup> „Rund 84 Millionen Fahrräder kreuzten nach Angaben von Statista 2023 durch Deutschland – rund 17 Millionen mehr als 2005.“ <https://www.linexo.de/magazin/tipps-tricks/fahrradunfaelle-was-die-amtliche-statistik-verraet>

<sup>3</sup> „Velostreifen, die dort aufhören, wo man sie am ehesten braucht. Velorouten, die übers Trottoir geführt werden. Unfallschwerpunkte wegen falsch geführter Velostreifen[...]“ Kantonsrat verlangt Plan: «Beim Veloverkehr treten wir seit Jahren an Ort». Tagesanzeiger (22.6.2020), <https://www.tagesanzeiger.ch/beim-veloverkehr-treten-wir-seit-jahren-an-ort-403867272786>

<sup>4</sup> Nach dem zuletzt veröffentlichten Copenhagenize Index belegten Kopenhagen und Amsterdam 2019 Platz 1 und 2 der weltweit fahrradfreundlichsten Städte, <https://copenhagenizeindex.eu/the-index>



ausgebaute Fahrradinfrastruktur, welche dafür sorgt, dass Fahrradwege nicht nur sicherer, schneller und komfortabler sind, sondern auch, dass es überhaupt Fahrradwege gibt.

Während ich nicht zum Ausbau der Fahrradinfrastruktur der Stadt Zürich beitragen kann, so kann ich doch dafür sorgen, dass existierende Fahrradwege einfacher gefunden werden. Das ist das Ziel dieser Maturarbeit.

## ii: Themenfindung

Der Themenbereich der Städte- und Verkehrsplanung und ihr Einfluss auf das Verhalten von Nutzern interessiert mich bereits seit längerem. Vor allem Konzepte wie dasjenige des induzierten Verkehrs, wo davon ausgegangen wird, dass ein Ausbau der Strasseninfrastruktur dazu führt, dass das Nutzeraufkommen steigt, finde ich spannend.<sup>5</sup> Während induzierter Verkehr im Zusammenhang mit Autoverkehr häufig im negativen Sinne diskutiert wird (eine verstopfte Strasse wird erweitert; dies führt aber nach einiger Zeit zu mehr Verkehr und erneuter Staubildung)<sup>6</sup>, kann diese Dynamik auch genutzt werden, um positives Nutzungsverhalten herbeizuführen.

Unter dem Schlagwort der „Mobilitätswende“ oder „Verkehrswende“ werden Massnahmen diskutiert, mit denen Klimaziele im Verkehrsbereich erzielt werden können.<sup>7</sup> Die Stadt Zürich hat beispielsweise die Strategie „Stadtraum und Mobilität 2040“ definiert, welche „das Ziel der Stadt, lebenswert zu bleiben und klimaneutral zu werden“ unterstützen soll.<sup>8</sup> Ein Pfeiler ist dabei der Ausbau der Fahrradinfrastruktur mit dem Ziel ein „durchgehendes, sicheres und sichtbares Netz von Velorouten“ zu schaffen.<sup>9</sup> Nach der Theorie des induzierten Verkehrs resultiert ein solches darin, dass mehr Menschen sich entscheiden ihre Wege mit dem Fahrrad zurückzulegen.

---

<sup>5</sup> “More induced traffic is associated with road capacity increases where there is a high level of congestion and suppressed demand” Latest evidence on induced travel demand: an evidence review. WSP Department for Transport (2018), Project No.: 1-396, Ref No.: 70038415, <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5c0e5848e5274a0bf3cbe124/latest-evidence-on-induced-travel-demand-an-evidence-review.pdf>

<sup>6</sup> “If you build more space for motor traffic, you will get more motor traffic” <https://www.cycling-embassy.org.uk/dictionary/induced-demand> oder <https://content.tfl.gov.uk/understanding-and-managing-congestion-in-london.pdf>

<sup>7</sup> “Die Verkehrswende bezeichnet einen grundlegenden und nachhaltigen Umbruch in der Mobilität, weg von konventionellen, oft umweltbelastenden Verkehrsmitteln, hin zu umweltfreundlichen und nachhaltigen Transportoptionen.”, <https://www.boell.de/de/verkehrswende>

<sup>8</sup> <https://www.stadt-zuerich.ch/de/mobilitaet/planung/strategien.html>



Besonders der Aspekt der Sichtbarkeit in der Velostrategie der Stadt Zürich hat mich überrascht und zu der vorliegenden Arbeit animiert. Auch heute gibt es in Zürich schon einiges an Fahrradinfrastruktur – aber, ist es dem Einzelnen bekannt, welchen Weg er oder sie wählen muss, um den Zielort effizient und sicher mit dem Fahrrad zu erreichen? Neben einem Angebot an Fahrradwegen spielen hier auch andere Kriterien wie zum Beispiel die zurückzulegende Steigung oder die Anzahl an Ampeln eine Rolle. Gibt es eine Möglichkeit die Nutzungsbedingungen für Fahrradfahrer dadurch zu verbessern, dass bestehende Infrastrukturangebote sichtbarer gemacht werden?

Hier kommt ein weiteres meiner Interessengebiete zum Zug: schon seit mehreren Jahren interessiere ich mich für Computerprogrammierung und habe bereits das notwendige Grundwissen erlangt, um auch umfangreichere Programme entwickeln zu können. Warum also nicht die Computertechnologie und das Internet als allgemein zugängiges Informationsmedium nutzen, um die Fahrradinfrastruktur in der Stadt Zürich und Umgebung sichtbar und zugänglich zu machen. Die Aussicht, am Ende der Maturarbeit ein Produkt entwickelt zu haben, welches Nutzen stiften kann, hat mich schliesslich vollends überzeugt: Die Idee zu ZÜRIDE war geboren.

## **II: ZÜRIDE: Fahrradrouten nach Mass in Zürich und Umgebung**

ZÜRIDE ist ein Routenplaner, der es Fahrradfahrern erleichtern soll, eine Route zu ihrem Zielort zu finden, die ihre Ansprüche bestmöglich erfüllt. Die Anwendung fokussiert auf die Nutzergruppen der Gewohnheits- und Gelegenheitsfahrenden, mit dem Ziel, deren Alltagserfahrungen in Bezug auf die Fahrradnutzung in Zürich zu verbessern und damit die Häufigkeit ihres Fahrradgebrauchs zu erhöhen. In Zürich machen diese beiden Gruppen nicht

nur den grössten Anteil der Fahrradfahrenden aus, sie sind auch die Gruppe, die in den letzten Jahren am stärksten zugenommen hat, wie in Abbildung 1 aufgezeigt wird.<sup>9</sup>

Auf der Website „[zuride.tech](https://zuride.tech)“ kann man ZüRIDE nutzen. Mit Hilfe der Suchfunktion und den Schaltflächen „Als Startpunkt wählen“ und „Als Endpunkt wählen“ kann der Start und der

Zielpunkt der anvisierten Strecke angegeben und mit „Berechne die beste Route“ mögliche Routen berechnet werden. Dabei werden die möglichen Routen anhand der benutzerdefinierten Gewichtung von vorgegebenen Kriterien priorisiert. Diese Kriterien sind: Entfernung, Steigung, Anteil Fahrradwege, Anzahl Ampeln und Oberflächenbeschaffenheit. Ihre Gewichtung lässt sich im „Hamburgermenü“ verändern (siehe Abbildung 2).

Maximal drei mögliche Routen werden anhand der oben genannten Kriterien und ihrer vom Benutzer vorgegebenen Gewichtung verglichen. Die am Besten geeignete Route wird dem Nutzer vorgeschlagen. Sie kann anschliessend zu Google Maps importiert werden, wo sie auch mit einem Mobiltelefon geteilt werden kann.

Die Auswahl der Kriterien erfolgte nach den Bedürfnissen nach Sicherheit (Anteil Fahrradwege) und Geschwindigkeit (Entfernung, Steigung, Oberflächenbeschaffenheit, Anzahl Ampeln). Aber auch dem Bestreben nach oder der Vermeidung von körperlicher Anstrengung (Steigung) oder der Vermeidung von

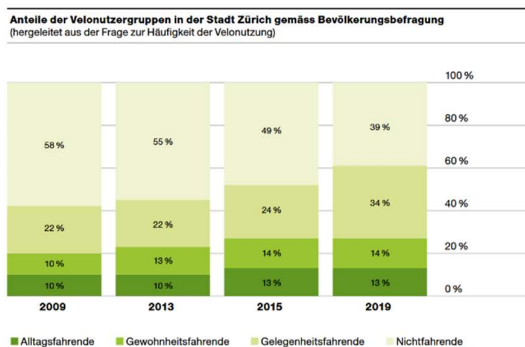


Abbildung 1: Velonutzergruppen nach der Züricher Velostrategie 2030

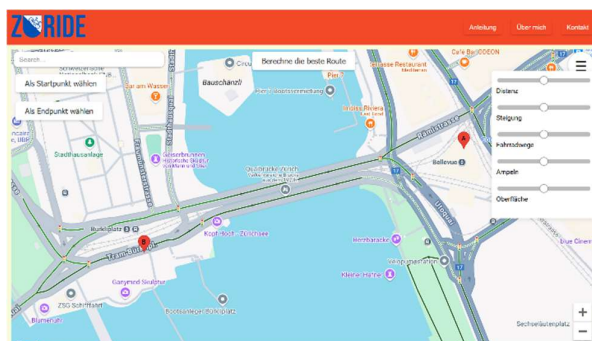


Abbildung 2: Die Benutzeroberfläche der ZüRIDE Anwendung

<sup>9</sup> Die Züricher Velostrategie 2030 definiert Gewohnheitsfahrende wie folgt: „zwei bis fünf Mal pro Woche auf dem Velo, vorzugsweise tagsüber bei gutem Wetter, hauptsächlich für Alltagswege bei geeigneter Distanz und Strecke.“ Gelegenheitsfahrende sind „ein Mal pro Woche oder seltener mit dem Velo unterwegs, hauptsächlich bei schönem Wetter für Freizeitwege.“ Im Gegensatz zu Alltagsfahrenden kennen diese beiden Gruppen die besten Strecken nicht so gut; Sicherheit hat für sie einen grösseren Stellenwert. Stadt Zürich (2021). Velostrategie 2030. <https://www.stadt-zuerich.ch/de/aktuell/publikationen/2021/velostrategie-2030.html>



Wegen, die potenziell ein empfindliches Fahrrad beschädigen könnten (Oberflächenbeschaffenheit), soll Rechnung getragen werden.

Es gibt bereits Computeranwendungen, welche kartenbasiert das Planen von Fahrradrouten unterstützen. Zwei der bekanntesten sind Komoot und Bikemap. Beide Angebote haben allerdings einen anderen Fokus als ZÜRIDE. Komoot spezialisiert sich auf Fahrradfahren als sportliche Aktivität. Basierend auf einer benutzerdefinierten oder gesuchten Route ermittelt die Applikation Routen-Eigenschaften, wie Entfernung, Steigung, Schwierigkeitslevel, notwendigen Fitnesslevel und andere. Der Benutzer hat allerdings nicht die Möglichkeit basierend auf seinen Präferenzen zwischen alternativen Routen zu wählen.

Bikemap bietet eingeschränkte Möglichkeiten Routen auf Basis von Benutzerpräferenzen zu wählen. So kann man beim Routing zwischen Streckenalternativen wie „Kürzeste“, „Beliebt“, „Radwege“ oder „Rennrad“ wählen. Allerdings fehlt auch hier die Möglichkeit über die Streckenwahl anhand einer benutzerdefinierten Gewichtung über mehrere Kriterien zu entscheiden. Was nutzt die kürzeste Strecke zum Supermarkt, wenn sie mit einer starken Steigung einhergeht? Oder wenn Kopfsteinpflaster die Gefahr birgt, dass sich der Reifen eines Rennrades verbiegt?

Sowohl die Idee als auch das Produkt selbst wurden unabhängig von anderen Konkurrenzprodukten entwickelt. Keine Daten oder Funktionsweisen wurden übernommen.

### III. Technische Umsetzung

#### i. Verwendete Programmiersprachen: HTML / CSS / JavaScript

ZÜRIDE wurde mit den Programmiersprachen HTML, CSS und JavaScript (Js) entwickelt (siehe Abbildung 3). Im folgenden Kapitel werden die

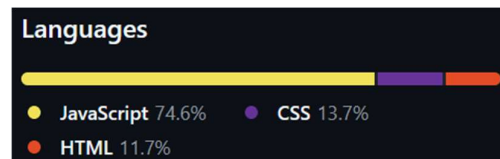


Abbildung 3: Die für ZÜRIDE genutzten Programmiersprachen



drei Sprachen, ihre Funktion und Rolle für die ZÜRIDE-Anwendung beschrieben.

HTML (Hypertext Markup Language) ist eine standardisierte Auszeichnungssprache<sup>10</sup>, welche vom World Wide Web Consortium (W3C) entwickelt wird und mit der man digitale Dokumente mit Texten, Bildern, Hyperlinks und so weiter strukturiert. HTML ist die Grundlage des World Wide Web und wird meistens in Form von Webbrowsern dargestellt. HTML hat nicht die Fähigkeit einen Text zu formatieren oder die visuelle Darstellung zu beeinflussen. Dafür wird CSS verwendet. In ZÜRIDE wird HTML verwendet, um die verschiedenen für den Benutzer sichtbaren Elemente darzustellen, wie z.B. die Schrift oder die Karte. Der HTML-Code kann allerdings nicht das Verhalten der Elemente beeinflussen. Der HTML-Code kann entweder im Inspektor der Webpage (F12 wenn die Website, [zuride.tech](https://zuride.tech), geöffnet ist) oder auf meinem GitHub unter index.html (<https://github.com/rea55/rea55.github.io>) eingesehen werden.

CSS (Cascading Style Sheet) ist eine “Stylesheet-Sprache”<sup>11</sup>. Auch CSS ist eine Kernsprache des World Wide Webs und wird, genauso wie HTML, vom W3C entwickelt. CSS wird verwendet um das Aussehen und Layout einer Webpage zu gestalten. In ZÜRIDE wird CSS für genau diese Funktion verwendet.

JavaScript (Js) ist eine “Scriptsprache”<sup>12</sup>, welche ursprünglich für Webbrowser entwickelt wurde, inzwischen allerdings für viele andere Anwendungen verwendet wird. Sie ermöglicht es, unter anderem, Benutzereingaben auszuwerten, Berechnungen anzustellen, Inhalte zu generieren oder zu verändern. Javascript bietet die Möglichkeit, Funktionen asynchron auszuführen. Dies erlaubt es, in einem Programm mehrere Aufgaben gleichzeitig durchzuführen, was einen positiven Einfluss auf die Programmgeschwindigkeit hat.<sup>13</sup> In ZÜRIDE spielt JavaScript eine zentrale Rolle. Mit JavaScript wurden unter anderem Anfragen an verschiedene Schnittstellen<sup>15</sup>, sowie die Bearbeitung der Antworten programmiert. Es wird

---

<sup>10</sup> Eine Auszeichnungssprache ist eine Programmiersprache, welche den Inhalt und die Struktur eines Dokuments beschreibt, z.B. LaTeX

<sup>11</sup> Eine Stylesheet-Sprache ist eine Programmiersprache, mit deren Hilfe das Aussehen von elektronischen Dokumenten oder grafischen Benutzeroberflächen festgelegt werden kann.

<sup>12</sup> Eine Scriptsprache ist eine Programmiersprache, welche über einen „Interpreter“ ausgeführt wird.

<sup>13</sup> S. IV Externe Schnittstellen (APIs) und Abhängigkeiten



auch verwendet, um die Eingaben der Nutzer zu lesen, Indizes zu berechnen und diese für die Darstellung mit HTML zur Verfügung zu stellen.<sup>14</sup>

## **ii: Externe Datenquellen und Schnittstellen (APIs): OpenStreetMap (OSM) und Google Maps**

ZÜRIDE verwendet OpenStreetMap (OSM) Daten in Verbindung mit Karten- und Routeninformationen von Google Maps. OSM ist ein frei zugängliches Open Source Projekt, welches das Ziel hat, weltweit geographische Daten zu sammeln und kostenlos zugänglich zu machen.<sup>15</sup> Die Daten werden hauptsächlich von Freiwilligen erfasst, doch werden zum Beispiel auch Luftbilder von Bing bereitgestellt.

In Bezug auf Datenqualität kann OSM nicht mit zentral organisierten und kommerziell finanzierten Kartierungsanbietern, wie beispielsweise Google, mithalten; dafür ist die Nutzung von OSM kostenlos. So gibt es bei OSM nicht für alle Orte Datenpunkte, vor allem kleinere unbekannte Orte leiden unter mangelnder Vollständigkeit. Manche Datenpunkte sind vermutlich auch falsch eingetragen. Zudem ist die Kartierung nicht abgeschlossen, da OSM erst seit rund 20 Jahren existiert. Gerade für grössere Städte bietet OSM jedoch viele detailreiche Daten. Neben den Kosten ist dies ein weiterer Grund ZÜRIDE auf OSM zu basieren. OSM Daten werden über die von OSM zur Verfügung gestellte Overpass API bezogen.<sup>16</sup>

Die OSM und Google Maps Daten werden über sogenannte Programm-Schnittstellen bezogen. Dies sind strukturierte Formate mit Hilfe derer ein Programm Anfragen an ein anderes stellen und Ergebnisse erhalten kann. In der Informatik werden derartige Schnittstellen häufig als APIs (Application Programming Interfaces) bezeichnet. Die von ZÜRIDE verwendeten APIs werden im Folgenden erläutert.

---

<sup>14</sup> Für eine genauere Beschreibung der Rolle, die JavaScript in ZÜRIDE spielt, siehe IV/ii: Programmablauf

<sup>15</sup> „Die Karte von OpenStreetMap darf durch jeden bearbeitet, eingesetzt, kopiert und weiterverbreitet werden, auch zu kommerziellen Zwecken.“ [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:%C3%9Cber\\_OSM](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:%C3%9Cber_OSM)

<sup>16</sup> S. IV Externe Schnittstellen (APIs) und Abhängigkeiten



Google stellt im Zusammenhang mit seiner Maps-Anwendung eine Reihe von Daten zur Verfügung. Für ZÜRIDE werden folgende Subschnittstellen der Google Maps Schnittstelle (Google Maps API) verwendet:

- Maps SDKs: Darstellung einer Karte, auf der Marker oder Routen eingezeichnet werden können.
- Routes: Generierung von einer bis drei Routen zwischen zwei Punkten zu und Ermittlung der Entfernung.
- Places API und SDKs: Suche nach Orten; die Schnittstelle stellt eine „Autocomplete“-Funktion als Teil der Suchfunktion zur Verfügung
- Geocoding: Umwandlung von Adressen in Koordinaten und Koordinaten in Adressen. Die Schnittstelle wird verwendet, um die Koordinaten der gesuchten Orte zu ermitteln und aus ihnen Koordinaten zu erhalten, mit denen man danach weiterarbeiten kann.

Overpass API ist eine Schnittstelle, welche Daten von OSM zur Verfügung stellt. Der grösste Teil der von ZÜRIDE verwendeten Daten zur Bewertung der verfügbaren Routen wird von dieser Schnittstelle bezogen. Dies sind Informationen zu Fahrradwegen, Oberflächenbeschaffenheit und Ampeln. Im Folgenden werden die verwendeten OSM Kategorisierungen von Fahrradwegen und Oberflächenbeschaffenheit erklärt.<sup>17</sup>

Fahrradwege:

- „Highway=cycleway“ bezeichnet Fahrradwege, auf denen entweder nur Fahrradfahrer oder Fahrradfahrer und Fussgänger zugelassen sind.<sup>18</sup>
- „Bicycle=yes“ bezeichnet Fahrradwege auf denen Fahrräder zugelassen sind, die allerdings nicht mit einem Fokus auf Fahrräder gebaut wurden. Beispiele sind Fussgängerzonen, in denen Fahrräder erlaubt sind, oder Strassen auf denen nur Anwohner mit dem Auto fahren dürfen, das Radfahren allerdings für alle erlaubt ist.<sup>19</sup>

---

<sup>17</sup> Wie oben erklärt verlässt sich OSM auf Daten, die von Nutzern zu Verfügung gestellt werden. Die Qualität der Einhaltung des Klassifikationsschemas durch die Nutzer lässt sich hier nicht verifizieren. Für weitere Informationen siehe [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main\\_Page](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main_Page).

<sup>18</sup> <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:highway=cycleway>

<sup>19</sup> <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:bicycle%3Dyes>



- „Route=bicycle“ bezeichnet ausgeschilderte Fahrradwege.<sup>20</sup>

Oberflächenbeschaffenheit:

- „Surface=concrete“ wird für Strassen aus Zementbeton verwendet.<sup>21</sup>
- „Surface=sett“ beschreibt eine Oberfläche aus behauenen Steinpflastern mit geglätteten Oberflächen, also z.B. manche Arten von Kopfsteinpflastern.<sup>22</sup>
- „Surface=paved“ indiziert, dass eine Strasse gepflastert ist, zum Beispiel mit Kopfsteinpflastern, Zement, Bitumen oder Asphalt.<sup>23</sup>

Ampeln:

- „Highway=traffic\_signals“ markiert eine Ampel.<sup>24</sup>

OSM stellt darüber hinaus weitere Klassifikationsmöglichkeiten von Routen zur Verfügung. Es gilt allerdings zu beachten, dass sich die Verwendung von zu vielen verschiedenen Kriterien negativ auf die Berechnungszeit der Ergebnisse auswirkt. Kriterien, die im Raum Zürich selten eine Anwendung finden sowie solche, die sich mit den oben aufgeführten überlagern, wurden nicht berücksichtigt.

### iii: Programmablauf

Die Benutzung der Suchfunktionalität startet eine Anfrage an Google Maps über die entsprechende Schnittstelle. Wenn der Nutzer einen Start- oder Endpunkt festlegt („Als Startpunkt wählen“ bzw. „Als Endpunkt wählen“) werden die entsprechenden Koordinaten auf der Karte markiert. Das Hauptprogramm wird gestartet, wenn der Nutzer die „Berechne die beste Route“ Taste drückt. Nun wird mit der Funktion `fetchRouteAndRender()` über die Google Maps Schnittstelle Routen zwischen den beiden Punkten gesucht und dargestellt. Daraufhin werden die folgenden Schritte für jede Route ausgeführt.

---

<sup>20</sup> <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:route%3Dbicycle>

<sup>21</sup> <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:surface%3Dconcrete>

<sup>22</sup> <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:surface%3Dsett>

<sup>23</sup> <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=osm+surface%3Dpaved>

<sup>24</sup> [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:highway%3Dtraffic\\_signals](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:highway%3Dtraffic_signals)



Die Länge der Route und ihre Steigung wird berechnet. OSM wird nach allen benötigten Daten zu Bodenbeschaffenheit, Fahrradwegen und Ampeln abgefragt. Die Ergebnisse von OSM werden mit den Daten von Google Maps zusammengeführt, um den Anteil der Strecke zu berechnen, der bestimmte Eigenschaften erfüllt, z.B.: den Prozentsatz der Strecke, der asphaltiert ist. Sobald diese Auswertung für alle Routen durchgeführt wurde, wird die Routenbewertung basierend auf den benutzerdefinierten Kriterien durchgeführt. Dafür werden Eigenschaften einer Strecke zu einem Wert zwischen 0 und 1 mithilfe der folgenden Formel

$$\frac{\text{Wert einer Eigenschaft für eine Strecke} - \text{kleinster Wert dieser Eigenschaft über alle Strecken}}{\text{grösster Wert dieser Eigenschaft über alle Strecken} - \text{kleinster Wert dieser Eigenschaft über alle Strecken}}$$

genormt und schliesslich mit der benutzerdefinierten Gewichtung multipliziert. Um die Gesamtbewertung einer Route zu berechnen, werden die Werte der „positiven“ Eigenschaften<sup>25</sup> multipliziert und durch das Produkt der „Negativen“<sup>26</sup> geteilt.

#### IV: Fazit und Verbesserungsmöglichkeiten

Im Zusammenhang mit der Verkehrswende und dem Ziel der Klimaneutralität ist der Ausbau der Fahrradinfrastruktur in Zürich und Umgebung ein Fokusgebiet der verkehrspolitischen Massnahmen der Stadt Zürich. Die Umsetzung dieses Ziels kann jedoch nicht von Heute auf Morgen erfolgen. ZÜRIDE kann hier als Brücke dienen und den Nutzern helfen, die existierende Infrastruktur so gut wie möglich zu nutzen.

ZÜRIDE hat viel Potenzial für Verbesserungen, welche aus Zeit- und Aufwandsgründen nicht umgesetzt wurden. Eine grosse Herausforderung, die mit der benutzerdefinierten Gewichtung über mehrere Kriterien einhergeht, ist die Laufzeit des Programms. Eine Überarbeitung des Programmcodes im Hinblick auf eine Optimierung der Laufzeit ist hier angebracht. Zudem werden momentan nur drei Routen verglichen, die jeweils von Google Maps vorgeschlagen werden. Hätte ZÜRIDE einen eigenen Algorithmus, um Routen zu finden oder würden auch andere Kartenanbieter nach Routen abgefragt, könnte die Auswahl an möglichen Routen vergrössert werden. Weitere Verbesserungsmöglichkeiten können von einer Verbesserung der zugrunde liegenden Datenqualität kommen, entweder durch eine allgemeine Verbesserung von

<sup>25</sup> Die positiven Eigenschaften sind: Steigungsverlust, “highway=cycleway“, “bicycle=yes“, “surface=paved“, “surface=asphalt“, “route=bicycle“, “bicycle=designated“, “surface=concrete”

<sup>26</sup> Die negativen Eigenschaften sind: Distanz, Steigungsanstieg, Ampeln, “surface=sett”



OSM, das Hinzuziehen anderer Datenbanken, oder das Erheben eigener Daten. All diese Optionen werden im jetzigen Produkt nicht ausgeschöpft.

## V: Arbeitsprozess: von der Züridee zu ZÜRide

Die Idee für dieses Projekt entstand am 9.4.2024 in einem Gespräch mit meiner Betreuerin, Frau Rafflenbeul. Im Anschluss an dieses Gespräch begann ich, einen Prototypen des Produktes zu entwickeln und hatte bis zum Oktober eine erste Basisversion, die ich ab dann auf GitHub verwaltete (siehe Abbildung 4).

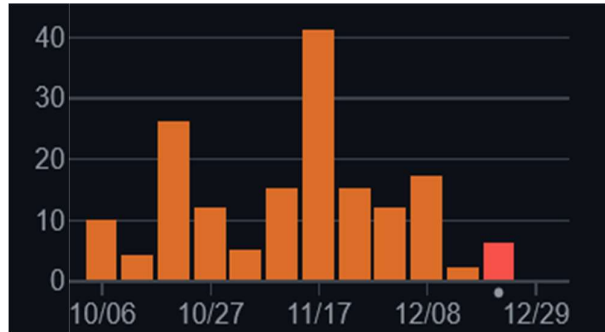


Abbildung 4: Fortschritt auf Github nach Erstellung des ersten Prototypen

Dieser wurde dann schrittweise verbessert und erweitert; v.a. im Hinblick auf Rechengeschwindigkeit, Benutzerfreundlichkeit und erweiterte Funktionalität, wie zum Beispiel das Hochladen der Ziel-Route auf Google Maps.

Im Laufe des Projektes war ich mit zahlreichen Problemen konfrontiert, die es zu lösen galt. So war zum Beispiel ursprünglich die alleinige Nutzung von Google Maps Daten anstelle von OSM vorgesehen. Es stellte sich allerdings heraus, dass sich über die Google Maps-Schnittstelle keine Daten zu Fahrradwegen abrufen lassen; Google zeigt diese Daten zwar auf seiner Karte (Google Maps), stellt sie aber nicht für andere Programme zur Verfügung. Diese Tatsache erforderte eine substantielle Umstrukturierung des Projekts. Obwohl sich der Gesamtaufwand erheblich vergrösserte, resultierte diese Notwendigkeit auch in einem besseren Produkt, da OSM Daten, wenn auch stellenweise unvollständig, so doch viel umfangreicher sind als Google Maps Daten. Abgesehen von diesem Stolperstein bestanden andere Herausforderungen vor allem in der Tatsache, dass ich mich in ein Vielzahl neuer Technologien und Anwendungen einzuarbeiten hatte, zum Beispiel war ich mit der Programmiersprache JavaScript nur in Ansätzen vertraut; auch die professionelle Handhabung von Quellcode mit Versionskontrolle habe ich im Zuge dieses Projektes erlernt.



## **VI: Anhang**

### **i: Zu künstlicher Intelligenz**

ZÜRIDE wurde unter Zuhilfenahme von GitHub Copilot entwickelt. GitHub Copilot bietet eine durch künstliche Intelligenz unterstützte virtuelle Programmier-Assistenz wodurch die Programmerstellung effizienter gemacht wird.<sup>27</sup>

Abgesehen von GitHub Copilot wurde für die Erstellungen der vorliegenden Arbeit keine künstliche Intelligenz verwendet.

### **ii: Bibliographie**

Alle Webseiten wurden am 03.01.2025 noch einmal aufgerufen

Copenhagenize Index, Ratings 2019, <https://copenhagenizeindex.eu/the-index>

Cycling Embassy of Great Britain, Induced demand, <https://www.cycling-embassy.org.uk/dictionary/induced-demand>

GitHub, What is github copilot, <https://docs.github.com/en/copilot/about-github-copilot/what-is-github-copilot>

Heinrich Böll Stiftung, Definition der Verkehrswende, <https://www.boell.de/de/verkehrswende>

Linexo (2024), Fahrradunfälle: Was die amtliche Statistik verrät, <https://www.linexo.de/magazin/tipps-tricks/fahradunfaelle-was-die-amtliche-statistik-verraet>

OSM Wiki, Über OSM, [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:%C3%9Cber\\_OSM](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:%C3%9Cber_OSM)

OSM Wiki, Wikiseite zu bicycle=yes, <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:bicycle%3Dyes>

OSM Wiki, Wikiseite zu highway = traffic\_signals, [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:highway%3Dtraffic\\_signals](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:highway%3Dtraffic_signals)

OSM Wiki, Wikiseite zu highway=cycleway, <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:highway=cycleway>

OSM Wiki, Wikiseite zu route=bicycle, <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:route%3Dbicycle>

OSM Wiki, Wikiseite zu surface=asphalt, <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:surface%3Dasphalt>

---

<sup>27</sup> <https://docs.github.com/en/copilot/about-github-copilot/what-is-github-copilot>



OSM Wiki, Wikiseite zu surface=concrete,  
<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:surface%3Dconcrete>

OSM Wiki, Wikiseite zu surface=paved, <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:surface%3Dpaved>

OSM Wiki, Wikiseite zu surface=sett, <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:surface%3Dsett>

Pucher, J., & Buehler, R. (2017). Cycling towards a more sustainable transport future. Transport Reviews, 37(6), 689–694. <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1340234>

Stadt Zürich (2021), Velostrategie 2030, <https://www.stadt-zuerich.ch/de/aktuell/publikationen/2021/velostrategie-2030.html>

Stadt Zürich, Mobilitätstrategien, <https://www.stadt-zuerich.ch/de/mobilitaet/planung/strategien.html>

Tagesanzeiger (2020), „Beim Veloverkehr treten wir seit Jahren an Ort“, <https://www.tagesanzeiger.ch/beim-veloverkehr-treten-wir-seit-jahren-an-ort-403867272786>

WSP Department for Transport (2018), Project No.: 1-396, Ref No.: 70038415, <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5c0e5848e5274a0bf3cbe124/latest-evidence-on-induced-travel-demand-an-evidence-review.pdf>

### **Abbildungen:**

Abbildung 1: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01441647.2017.1340234>

Abbildung 2: <http://zuride.tech/>

Abbildung 3: <https://github.com/rea55/rea55.github.io>

Abbildung 4: Statistik von Github

### **Tools:**

Overpass Turbo, Tool um Anfragen an Overpass API zu simulieren, <https://overpass-turbo.eu/>

### **iii: Link zu der Anwendung und zum Code**

ZÜRIDE ist über die url [zuride.tech](http://zuride.tech) aufrufbar, da das Projekt über kein Backend verfügt, kann der gesamte Code über Devtools (aufrufbar mit F12) oder meinem GitHub (<https://github.com/rea55/rea55.github.io>) abgerufen werden.