



Dynamic Ride Sharing für MOTIS in PriMa+ÖV

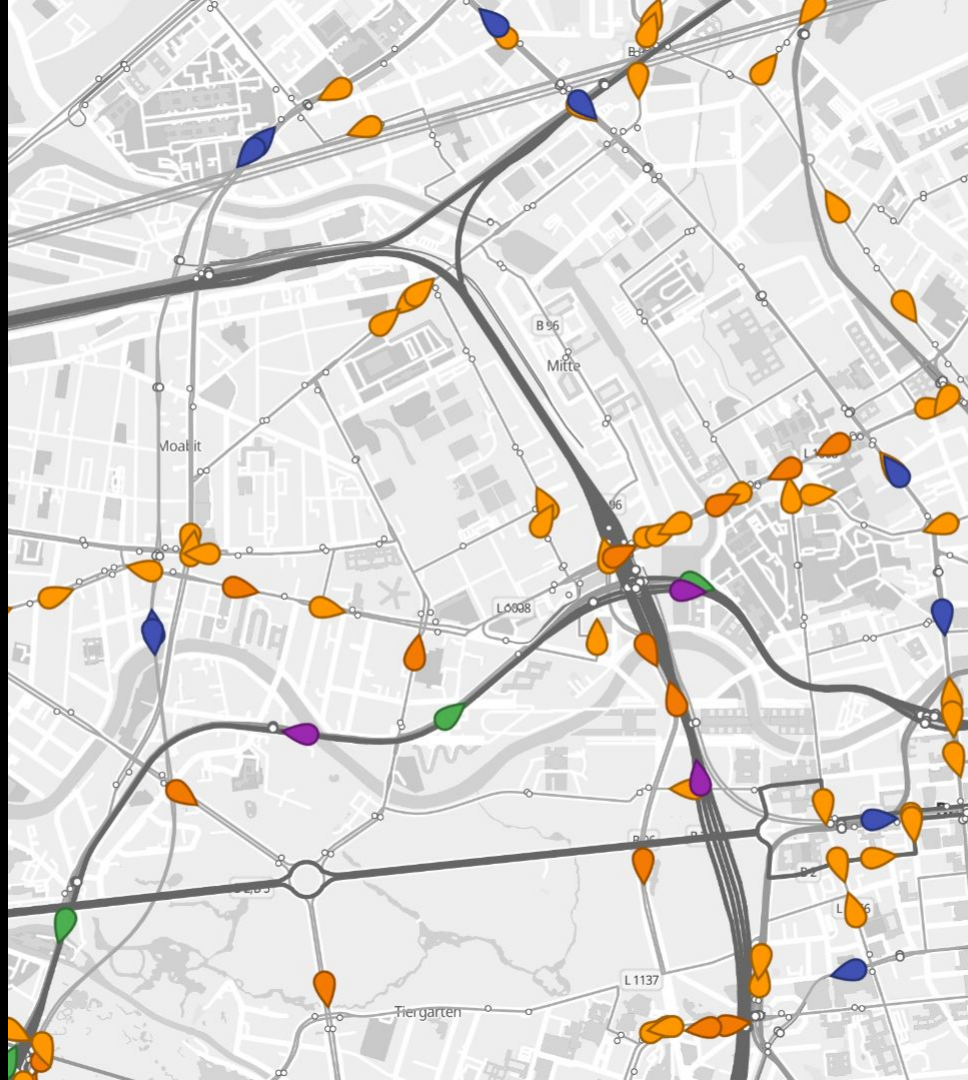
Felix Gündling - Fachgebiet Algorithmetik



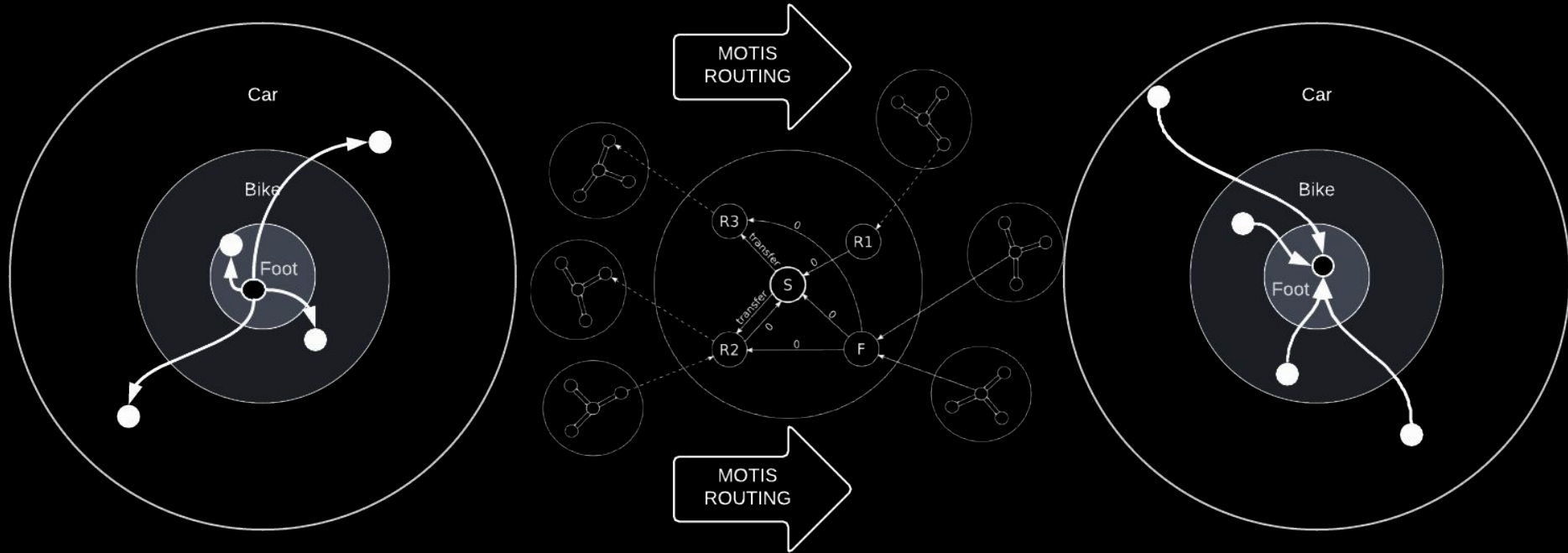
Was ist MOTIS?

MOTIS ist eine **Mobilitäts-Plattform**.

- Alles, was für Tür-zu-Tür-Reiseplanung benötigt wird, z.B.
 - ◆ multikriterielles echtzeit Tür-zu-Tür **Routing**
 - ◆ vector **map** tiles server
 - ◆ auto-complete für Adressen
- **modular**
- **open source**



Tür-zu-Tür-Routing

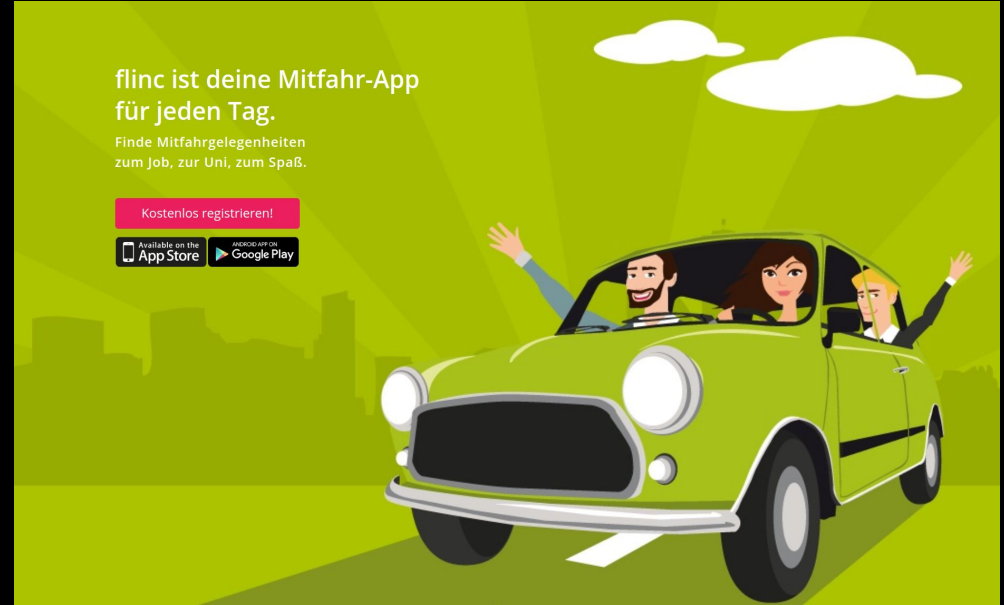


Historie ~2015

finc 2015 = öffentliche Mitfahrplattform

Forschungs-Zusammenarbeit
TU Darmstadt mit
Deutsche Bahn und **finc**

Ziel: **finc Angebote** intelligent mit
ÖV-Angeboten in einer **intermodalen**
Auskunft (MOTIS) verknüpfen



Matching: Statisch



Statisch

- Fahrt von A nach B
- Mitfahrt von A nach B

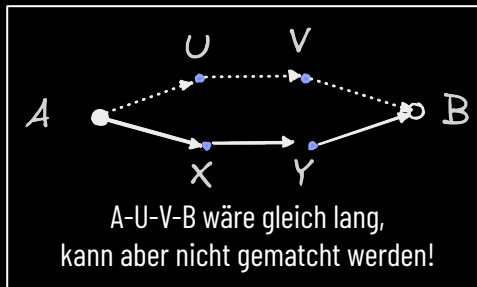
- Technische Umsetzung:
 - Fahrtangebot hat "Fahrplan" wie ÖV
 - Konvertieren nach GTFS / GTFS-RT
 - Anpassung in den Daten, nicht im Algorithmus
- **Hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Mitfahrt angenommen wird** (kein Umweg, bekannte Strecke)
- **Niedrige Wahrscheinlichkeit, dass es ein Match gibt**
A und B müssen exakt passen!

Matching: Multi-Hop



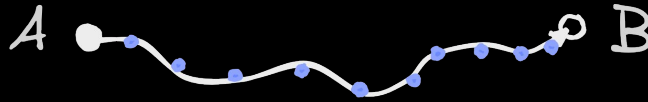
Multihop

- Fahrt von $A \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow B$
- Mitfahrt A-X, A-Y, A-B, X-Y, X-B, Y-B



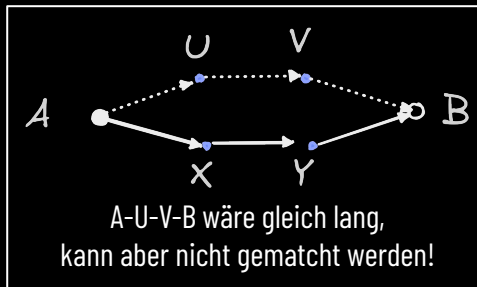
- Technische Umsetzung:
 - Fahrtangebot hat "Fahrplan" wie ÖV
 - Konvertieren nach GTFS / GTFS-RT
 - Anpassung in den Daten, nicht im Algorithmus
- **Hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Mitfahrt angenommen wird** (kein Umweg, bekannte Strecke)
- **Mehr Möglichkeiten aber immer noch niedrige Wahrscheinlichkeit, dass es ein Match gibt**
Route A-X-Y...-B kann nicht geändert werden!

Matching: Entlang einer Route



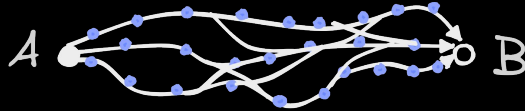
Entlang einer Route

- Fahrt von A \rightarrow ... \rightarrow B
- Mitfahrt A-.., .. -.., ..-B



- Technische Umsetzung:
 - Fahrtangebot hat "Fahrplan" wie ÖV
 - Konvertieren nach GTFS / GTFS-RT
 - Anpassung in den Daten, nicht im Algorithmus
- **Hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Mitfahrt angenommen wird** (kein Umweg, bekannte Strecke)
- **Mehr Möglichkeiten aber immer noch niedrige Wahrscheinlichkeit, dass es ein Match gibt**
Keine Matches auf anderen (gleich guten) Routen!

Matching: Dynamic



Dynamisches Matching

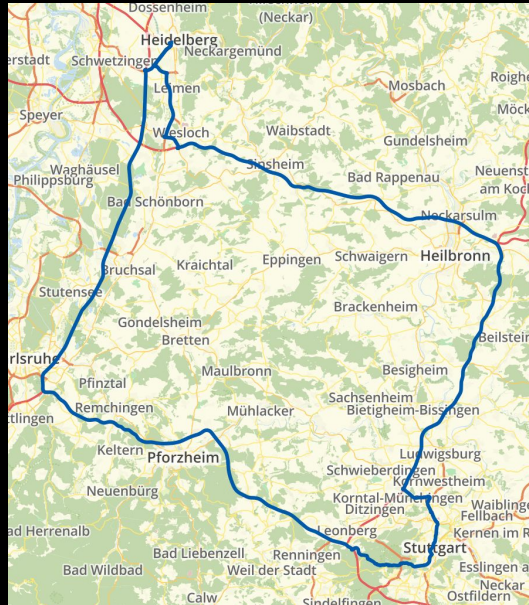
- Fahrt von A \rightarrow B
- Mitfahrt falls für Fahrer wirtschaftlich
- Technische Umsetzung: erfordert Matching Algorithmus
- **Ggf. geringere Wahrscheinlichkeit, dass Fahrt angenommen wird** (\rightarrow Forschungsfrage)
- **Alle wirtschaftlich sinnvollen Matches sind möglich!**
 \rightarrow **Mehr Matches = gut für Netzwerk-Effekt!**

Ansatz für Dynamic Ride Sharing Matching

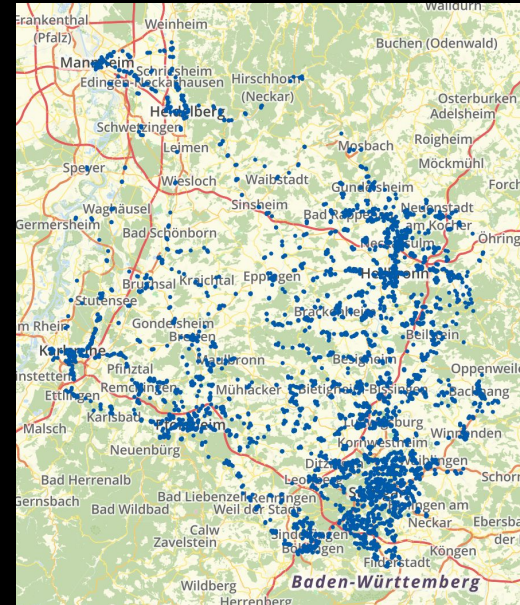
+

**Intégration in intermodales
Tür-zu-Tür-Routing in MOTIS**

Herausforderung: Milliarden von Fahrt-Matches potentiell möglich → welche davon sind sinnvoll?



mögliche Routen



Aufnahme-/Absetzpunkte

Matching Modell

Annahme:

- "Fahrt-Anbieter nimmt Mitfahrt an, wenn es wirtschaftlich ist."
d.h. für Fahrer gilt: **Einnahmen** > **Ausgaben**
- **Einnahmen**: Fahrtentgelt (€/Kilometer Mitnahme)
- **Ausgaben für Umweg**:
 - **Kraftstoff, Abnutzung**
 - **Zeit** – Umrechnung mit virtuellem "Stundenlohn" in €

Unterstützte Szenarien

(aus Sicht des Mitfahrers)

Voll Adresse – Adresse

Erste und letzte Meile

- erste Meile: Adresse – Haltestelle
- letzte Meile: Haltestelle – Adresse

ÖV-Ersatz Haltestelle – Haltestelle

Ermöglicht auch mehrere Ride
Sharing Angebote in einer
Reisekette zu benutzen:

z.B.

@home → Mitnahme → Mitnahme → @destination

(Fahrt-Angebote + Haltestelle-Haltestelle)-Matches

"schnelle" Funktion $L(u,v)$ = Luftlinien-Distanz u nach v

"langsame" Funktion $R(u,v)$ = geroutete Distanz u nach v

Vorberechnet: Fahrzeit-Matrix $M[x][y] = R(x,y)$ von Haltestelle zu Haltestelle

Ausgabe:

- potentieller Abholer-Fahrtangebote von $P_{out}[x]$ an Haltestelle x
- potentieller Absetzer-Fahrtangebote an $P_{in}[x]$ an Haltestelle x

Station-Station
gelöst!

brauchen wir noch für
Adresse - Station
Station - Adresse
Adresse - Adresse

Für jedes Fahrt-Angebot $A \rightarrow B$ (A = Start des Fahrers, B =Ziel des Fahrers)

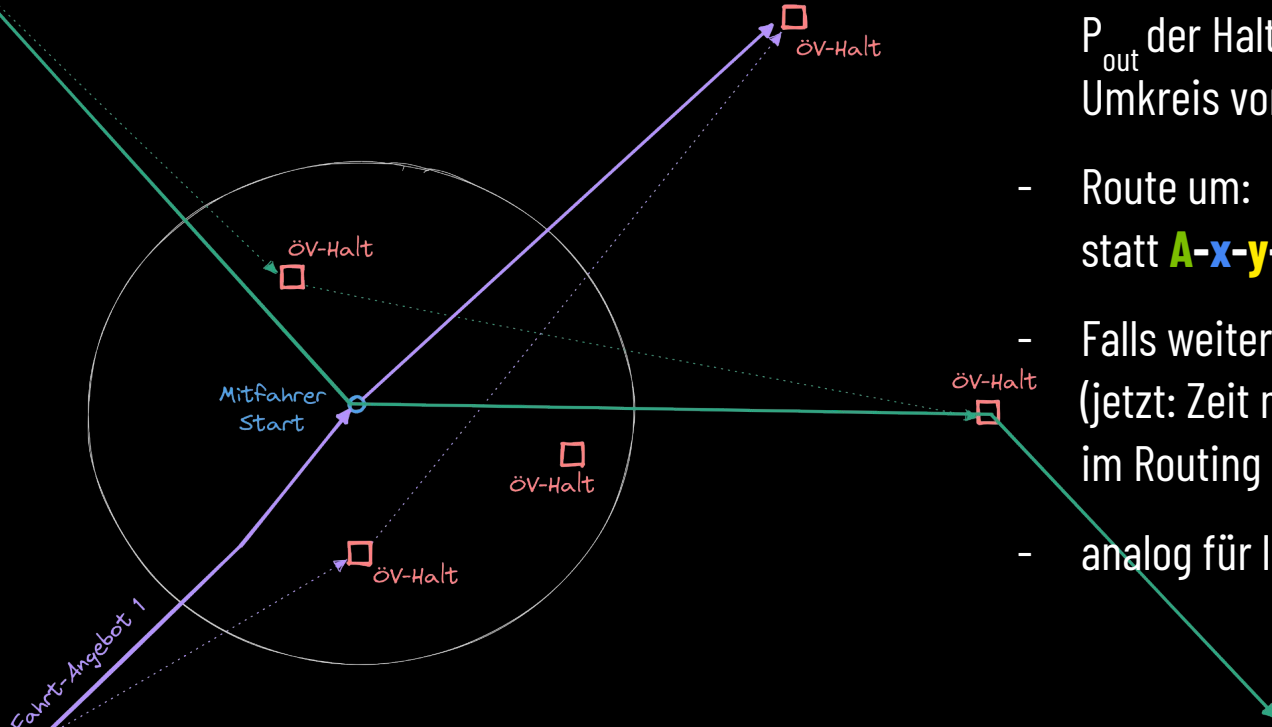
- für jede Haltestelle x
 - für jede Haltestelle $y \neq x$
 - ist Mitnahme basierend auf $L(A,x) + M[x][y] + L(y,B)$ sinnvoll + wirtschaftlich?
 - ist Mitnahme basierend auf $R(A,x) + M[x][y] + R(y,B)$ sinnvoll + wirtschaftlich?
 - falls (i) und (ii) zutreffen:
Match (A, B, x, y) als mögliches Match merken
+ in Fahrplan einbauen

$\rightarrow P_{out}[x] = P[x] \cup (A,B)$ potentieller Abholer (A,B) von x

$\rightarrow P_{in}[y] = P[y] \cup (A,B)$ potentieller Absetzer (A,B) an y

Matching

Fahrtangebot 2



- Suche nach allen potentiellen Abholern P_{out} der Haltestellen Haltestellen im Umkreis von Startadresse Mitfahrer **s**
- Route um:
statt **A-x-y-B** jetzt **A-s-y-B**
- Falls weiterhin wirtschaftlich für Fahrer (jetzt: Zeit muss passen!): berücksichtige im Routing als Option für erste Meile!
- analog für letzte Meile mit P_{in} + **A-x-z-B**

Echtzeit-Unterstützung

Bei Buchung **A-x-y-B**:

- Entferne A-B aus potentiellen Matches
- Berechne potentielle Matches für:

A-x **A-y** **A-B** **x-y** **x-B** **y-B**

Achtung: Kapazität berücksichtigen!

Stützpunkte + geplante
Abhol-/Absetzzeiten berücksichtigen.

- Update: **Fahrplan**, P_{out} , P_{in}

Bei Löschung eines Angebots:

- Entferne alle gespeicherten potentiellen Matches
- Informiere Mitfahrer

MOTIS

→ alles Open Source!



GitHub github.com/motis-project/motis

Web motis-project.de

Contact quendling@cs.tu-darmstadt.de