



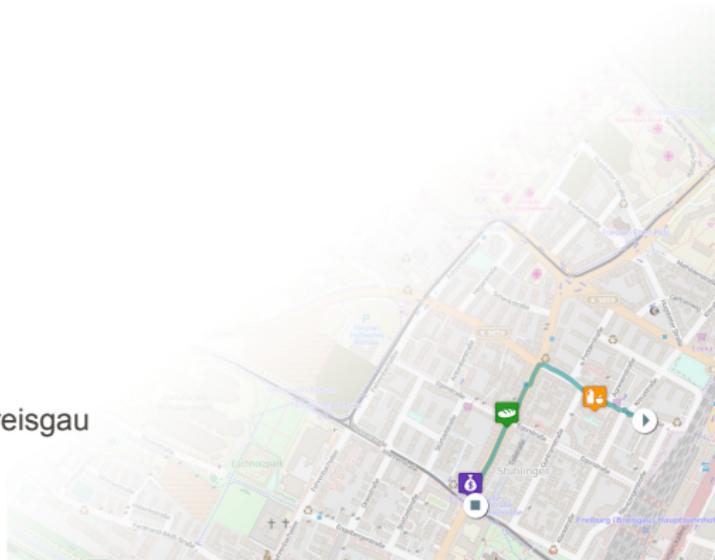
MASTER THESIS

Ontology-Based Route Queries with Time Windows

17. Juni 2015

Tobias Faaß

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau
Technische Fakultät
Institut für Informatik



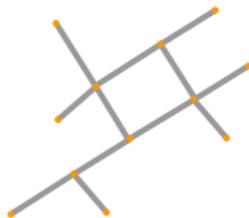
GLIEDERUNG

1. Einführung
2. Routenplanung
3. Server und Client
4. Experimente
5. Ergebnisse

EINFÜHRUNG

PROBLEMDEFINITION

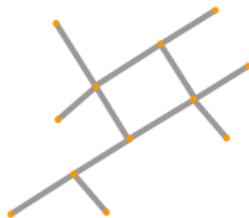
Gegeben:



Straßennetzwerk $G(V, E)$

PROBLEMDEFINITION

Gegeben:



Straßennetzwerk $G(V, E)$

Points of Interest (POI) in V
mit jeweiligem Typ und Öffnungszeit



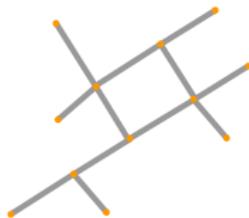
Mo-Fr 8-20,...



Mo-So 12-22,...

PROBLEMDEFINITION

Gegeben:



Straßennetzwerk $G(V, E)$

Points of Interest (POI) in V
mit jeweiligem Typ und Öffnungszeiten



27/7



Mo-Fr 8-20,...



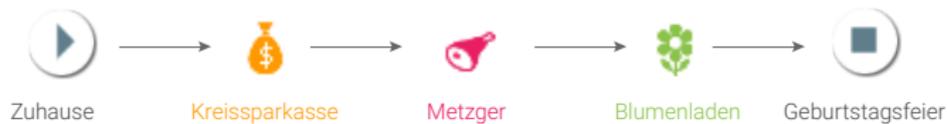
Mo-So 12-22,...



Ontologie, die POI anhand des Typs
hierarchischen Gruppen zuordnet

PROBLEMDEFINITION

Anfrage:



PROBLEMDEFINITION

Anfrage:



PROBLEMDEFINITION

Ziel:

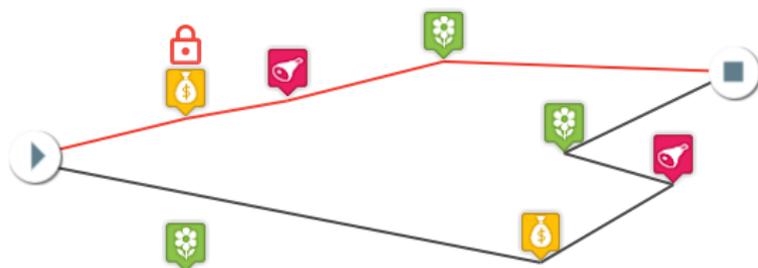
den schnellsten Weg von Start zum Ziel zu finden,
der einen POI aus jeder Gruppe in der ausgewählten Reihenfolge besucht,
unter Berücksichtigung der Öffnungszeiten und Aufenthaltsdauer
in/an den POI



PROBLEMDEFINITION

Ziel:

den schnellsten Weg von Start zum Ziel zu finden, der einen POI aus jeder Gruppe in der ausgewählten Reihenfolge besucht, unter Berücksichtigung der Öffnungszeiten und Aufenthaltsdauer in/an den POI



OPENSTREETMAP

- Open Source Projekt
- Hochladen von GPS-Tracks / Anpassen von Daten durch die Community

OPENSTREETMAP



Knoten



einzelner georeferenzierter Punkt
mit Längen- und Breitengrad

OPENSTREETMAP



Knoten



einzelner georeferenzierter Punkt
mit Längen- und Breitengrad



Linie / Fläche



Straßen, Flüsse, Gebäude, Wälder, ...

OPENSTREETMAP



Knoten



einzelner georeferenzierter Punkt
mit Längen- und Breitengrad



Linie / Fläche



Straßen, Flüsse, Gebäude, Wälder, ...



Relation



Busrouten, Wanderwege,
Abbiegebeschränkungen, ...

OPENSTREETMAP

Attribute / Tags :

Key : amenity
cuisine
tourism
...

Value : restaurant
italian
viewpoint
...

OPENSTREETMAP - GRÖßENORDNUNG

	 Deutschland	 Baden Württemberg
 Knoten	28.338.966	4.263.924
 Wege	181.578.930	26.495.775
 Relationen	416.666	62.575
 Extrahierte POI	549.429	80.458

ONTOLOGY

- hierarchische Struktur von Gruppen
- in XML-Form gespeichert
- parsen der OSM-POI anhand der Value-Key-Tags und Zuordnung zu Gruppen

ONTOLOGY - BEISPIELAUFBAU



Einkaufen

ONTOLOGY - BEISPIELAUFBAU



Einkaufen



Metzger



Bäcker



Blumenladen



Supermarkt



Kleider usw.



Elektro Fachmarkt

ONTOLOGY - BEISPIELAUFBAU



Einkaufen



Metzger



Bäcker



Blumenladen



Supermarkt



Kleider usw.



Elektro Fachmarkt



Discounter



Bio Markt



REWE, EDEKA,...



Drogerie

ONTOLOGY - BEISPIELAUFBAU



Einkaufen



Metzger



Bäcker



Blumenladen



Supermarkt



Kleider usw.



Elektro Fachmarkt



Discounter



Bio Markt



REWE, EDEKA,...



Drogerie



PENNY



Treff 3000



ALDI



LIDL



NORMA



NETTO

ÖFFNUNGSZEITEN

Trinken
13,6%




Einkaufen
17,82%

Essen
14,32%




Bank
8,65%

Unterhaltung
1,74%




Gesundheit
13,55%

Hotels usw.
2,6%



ÖFFNUNGSZEITEN

Trinken
13,6%



Einkaufen
17,82%



Essen
14,32%



Bank
8,65%



Unterhaltung
1,74%



Gesundheit
13,55%



Hotels usw.
2,6%



Problem: geringe Anzahl an Öffnungszeiten vorhanden
Lösung: Kernzeiten berechnen oder zuweisen

OSM-SEARCH

The screenshot displays the OSM-Search application interface. At the top, there are navigation tabs for "OSM-Search", "ROUTE", and "MAP". A search bar with the placeholder "zoom to a city" is located on the right side of the top bar. The main area is a map of a city, densely populated with colorful icons representing various points of interest. On the left side, there is a "Category" filter panel with a list of categories and their counts: Einkaufen (200), Essen (200), Sonstiges (90), Unterhaltung (90), Bank (10), Trinken (10), Gesundheitswesen (10), and Hotels, u.ä. (10). Below this is a "Details" panel for a selected item, showing information such as "Schoppen", "Bar", "Website", a phone number "+49 761 33494", and opening hours: "Mo-We 11:00-24:00; Th 11:00-24:00; Fr-Sa 11:00-03:00; Su 15:00-24:00". On the right side, there is a "hit list" panel with a search input and a "ignore open hours" toggle. Below this is a list of search results, including "1001 Nacht - Shisha & Cocktailbar", "Achen Wesen", "Adventure Company (adoc)", "Adventure Company (adoc)", "Adventure Company (adoc)", "Alghem-Eck", "Agora Vordrebk", "Aquila", "Aquila", "aka-Filmclub e. V.", "aka-Filmclub e. V. (office)", "ALDI", "ALDI", "ALDI", "A&E Süd", "Alemanische Bühne Freiburg", "Altehauss", "allerlei", "Alvatura", "Alvatura Bio-Supermarkt", "Alphator", "Alt-Freiburg", "Alt-Haslach", and "Alter Simon".

ROUTENPLANUNG

ROUTENPLANUNG

- basiert auf Dijkstra
- 2 angewandte Methoden:
 - Bounding Box
 - Iterative Doubling

SEQUENZIERTE ROUTENPLANUNG



Start



Bäcker

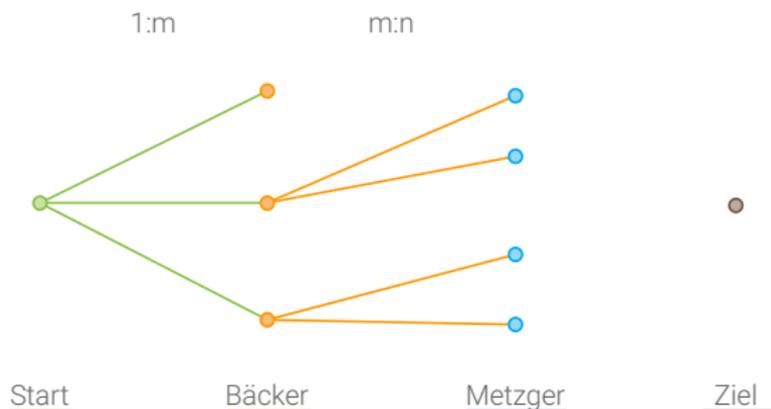
Metzger

Ziel

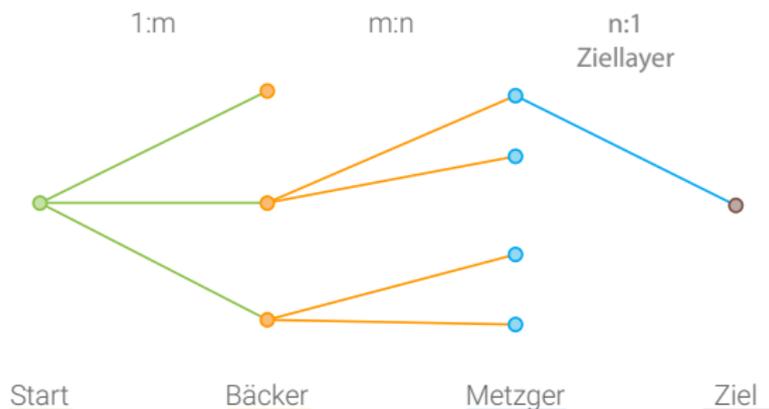
SEQUENZIERTE ROUTENPLANUNG



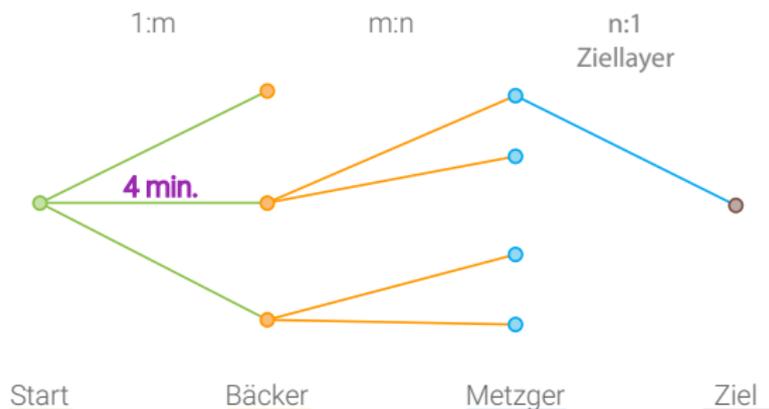
SEQUENZIERTE ROUTENPLANUNG



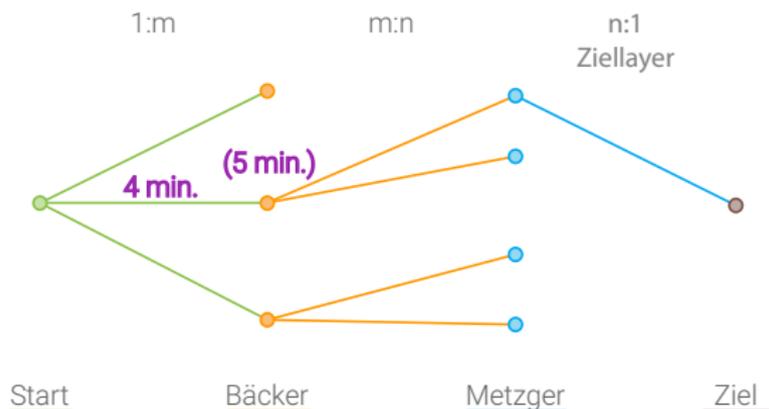
SEQUENZIERTE ROUTENPLANUNG



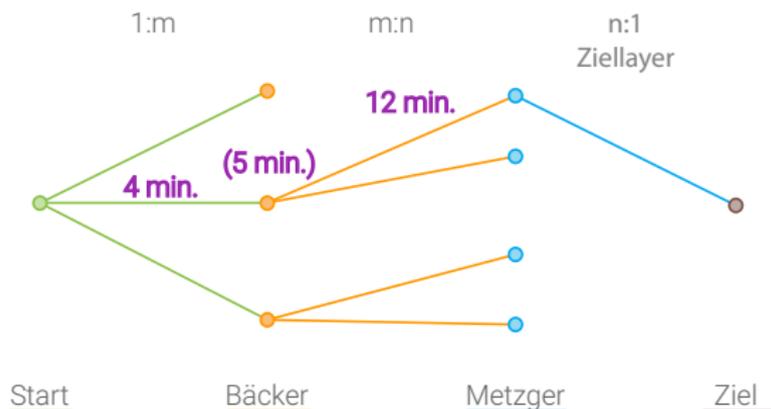
SEQUENZIERTE ROUTENPLANUNG - DISTANZ



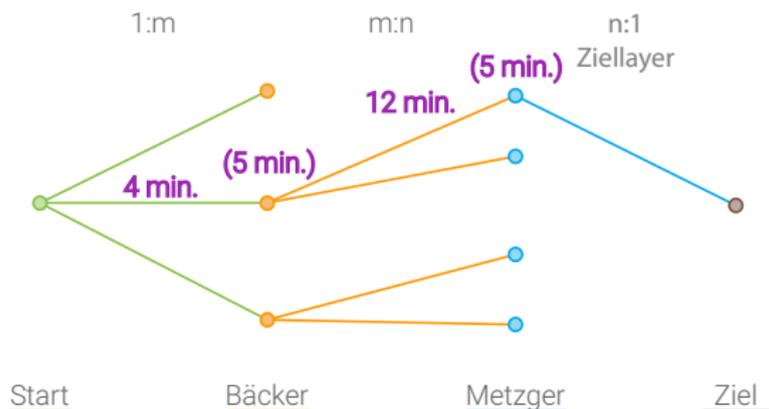
SEQUENZIERTE ROUTENPLANUNG - DISTANZ



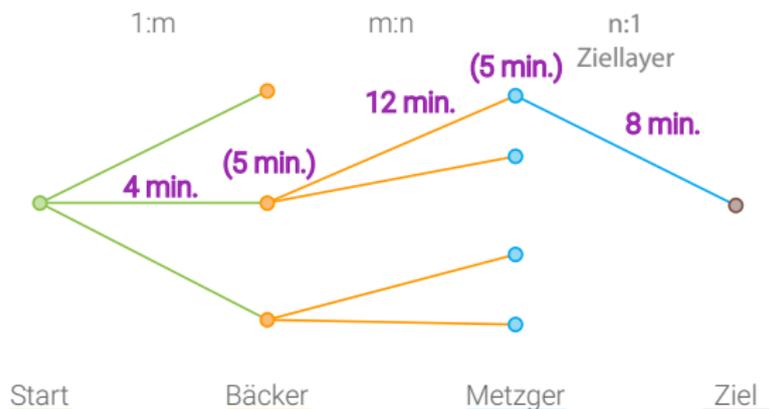
SEQUENZIERTE ROUTENPLANUNG - DISTANZ



SEQUENZIERTE ROUTENPLANUNG - DISTANZ



SEQUENZIERTE ROUTENPLANUNG - DISTANZ



BOUNDING BOX

Start



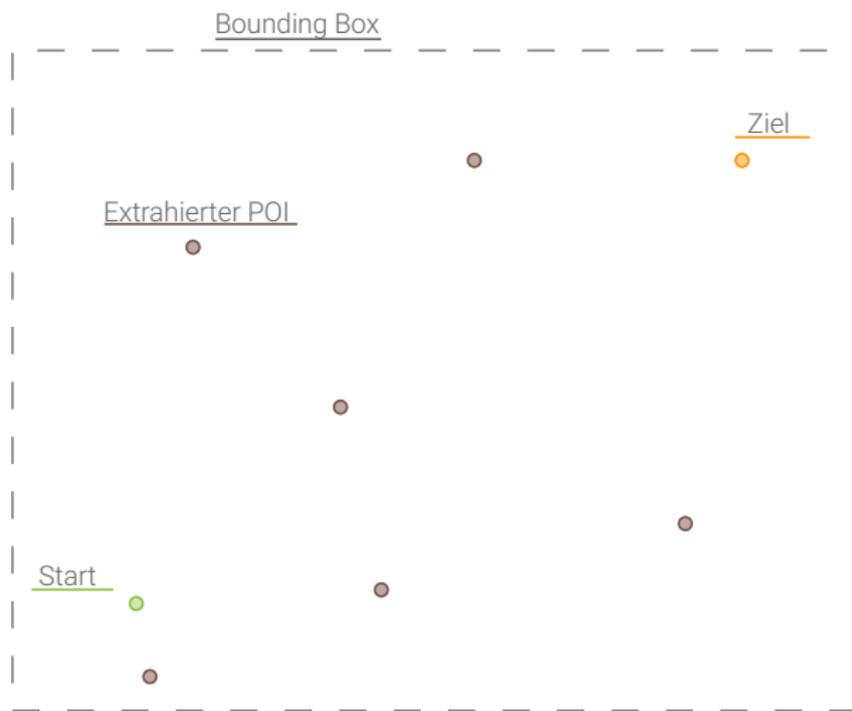
Ziel



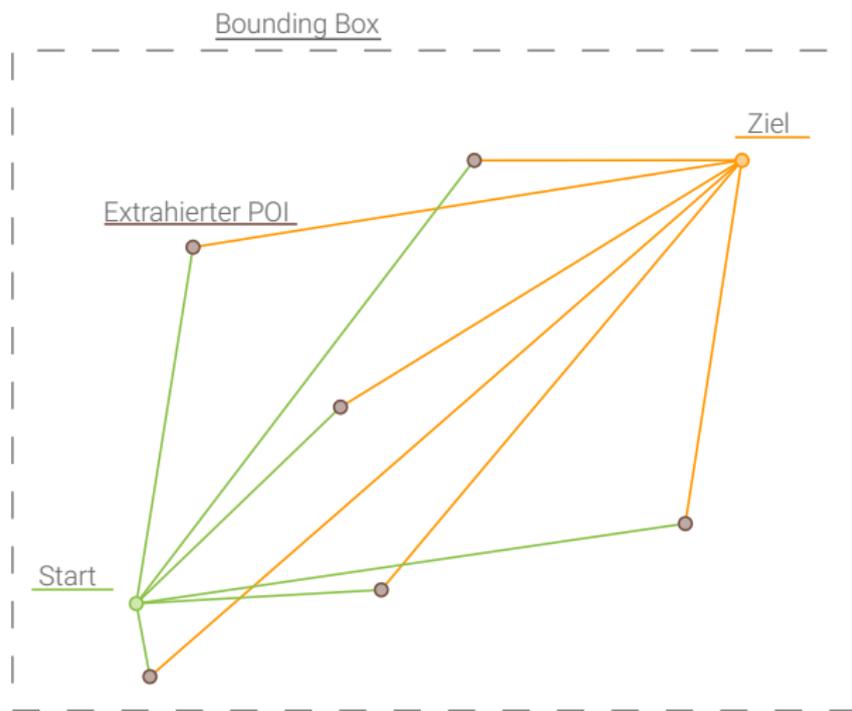
BOUNDING BOX - BOX ERSTELLEN



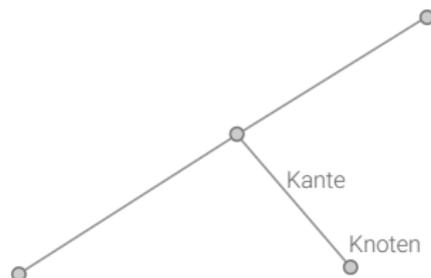
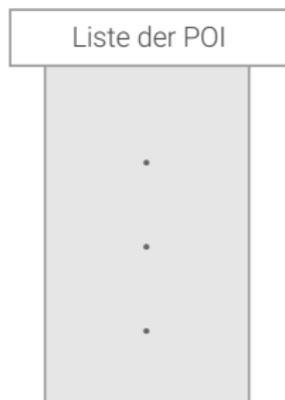
BOUNDING BOX - POI AUS QUADTREE EXTRAHIEREN



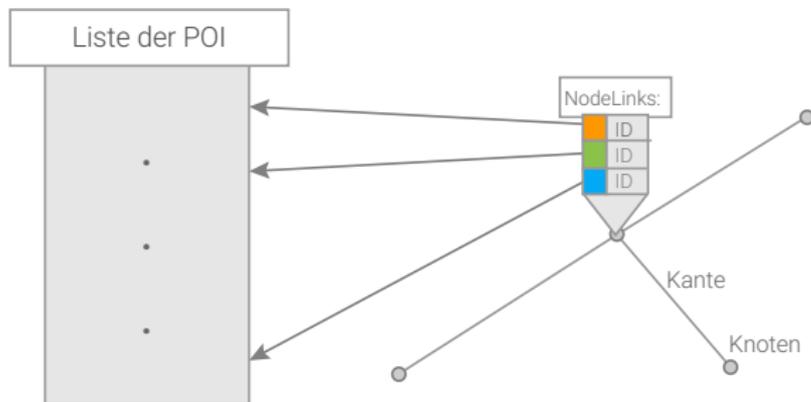
BOUNDING BOX - WEGE BERECHNEN



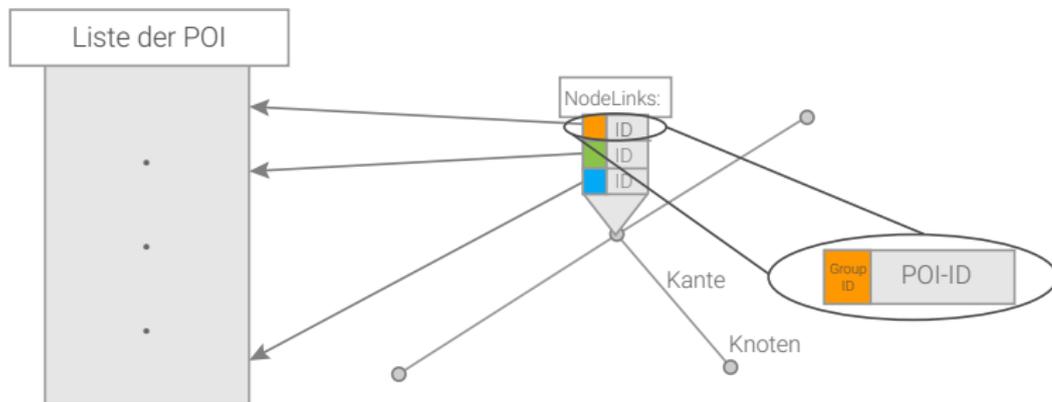
ÄNDERUNGEN AM GRAPH



ÄNDERUNGEN AM GRAPH



ÄNDERUNGEN AM GRAPH



ITERATIVE DOUBLING

Feststellungen:

- sequenzierte Routenanfragen sind lokal
- Berechnungen von POI sind in weiter Entfernung ineffizient

Lösungsansatz:

- Suche durch Radius begrenzen
und bei Misserfolg verdoppeln

ITERATIVE DOUBLING

● Start

● Bäcker

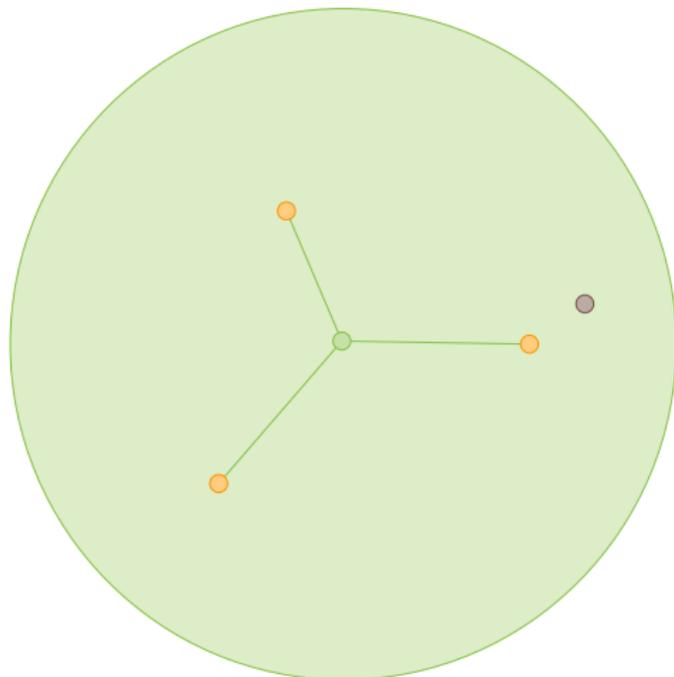
● Metzger

● Ziel



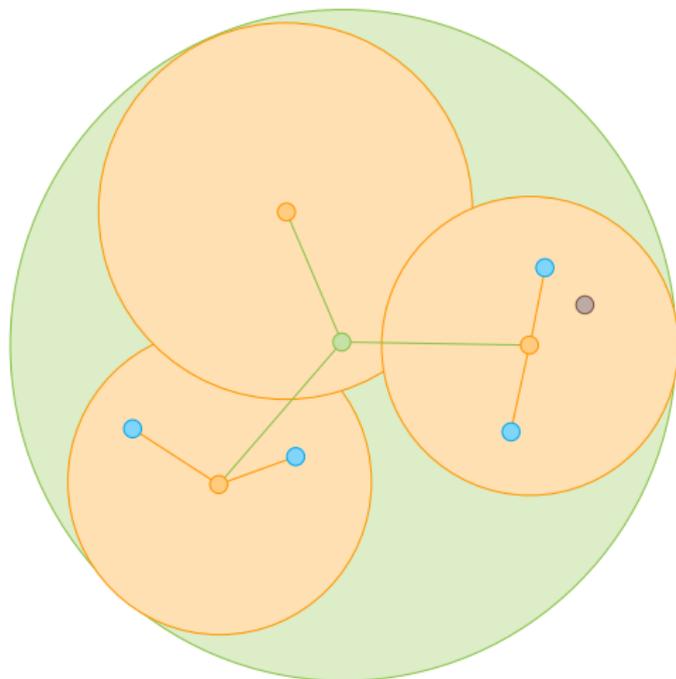
ITERATIVE DOUBLING

- Start
- Bäcker
- Metzger
- Ziel



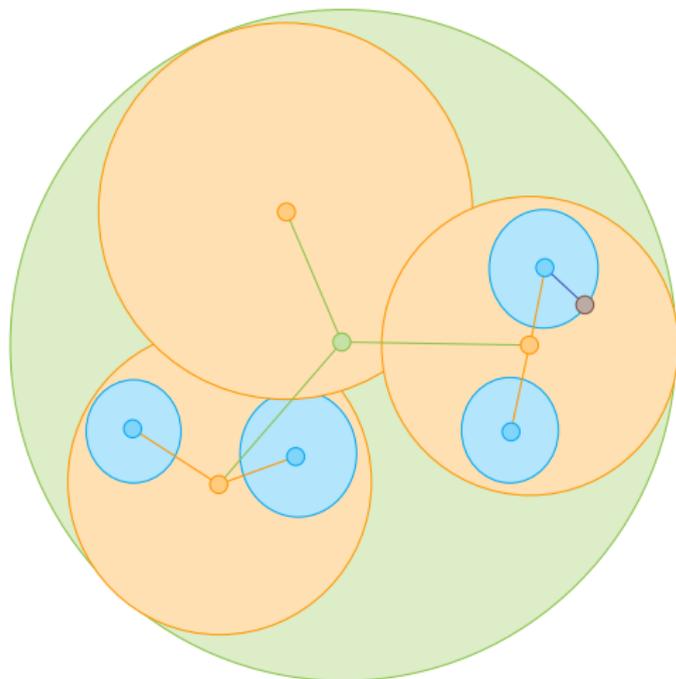
ITERATIVE DOUBLING

- Start
- Bäcker
- Metzger
- Ziel



ITERATIVE DOUBLING

- Start
- Bäcker
- Metzger
- Ziel



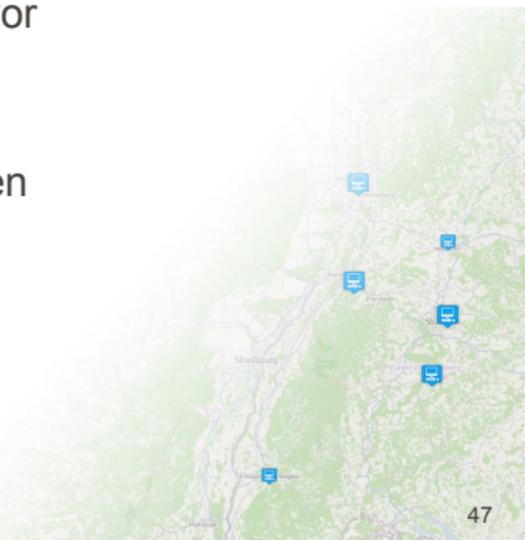
NÄCHSTES GRUPPENMITGLIED

Feststellung:

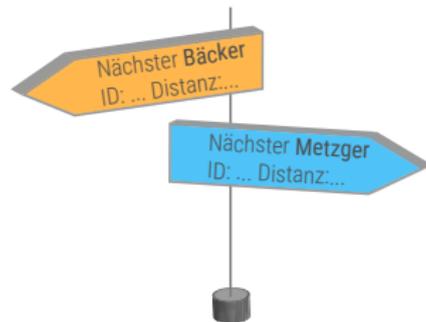
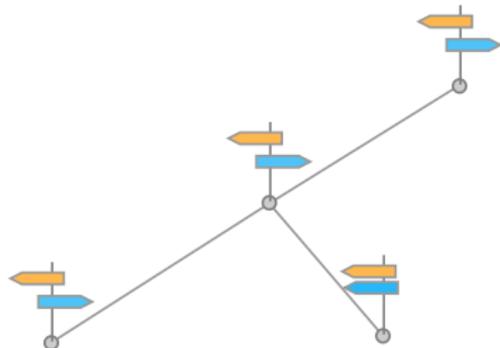
- spärlich repräsentierte Ontologiegruppen rufen mehrmalige Neuberechnungen hervor

Lösungsansatz:

- Startsuchradius dynamisch anpassen



NÄCHSTES GRUPPENMITGLIED

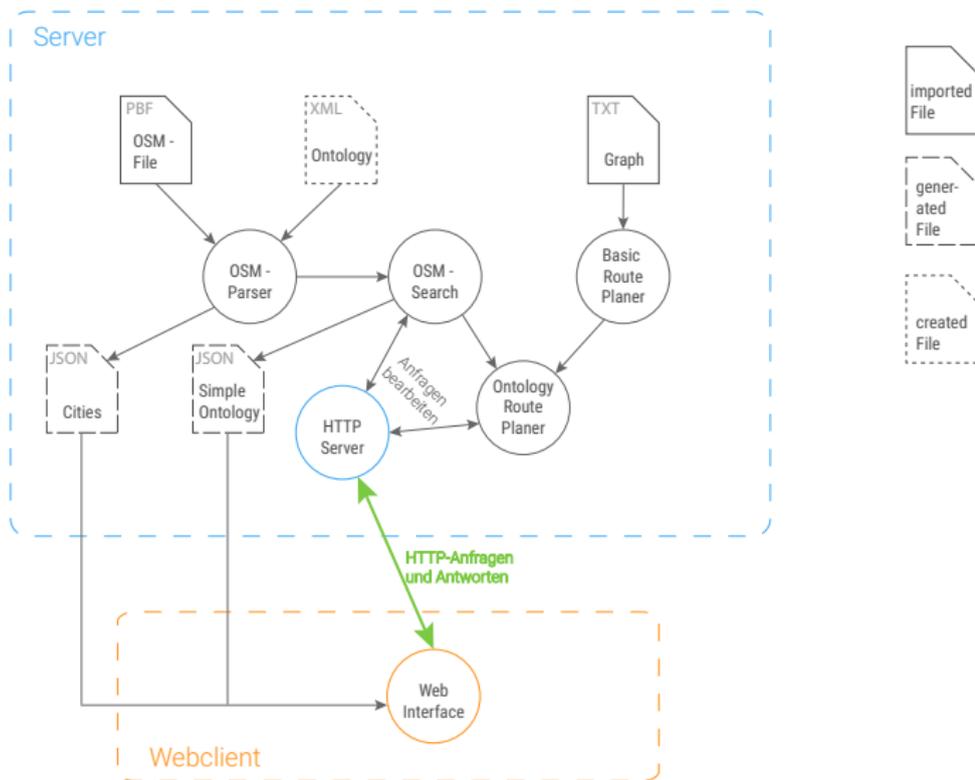


SERVER UND CLIENT

AUFBAU

- **Server:** Java
- **WebClient:** Bootstrap, OpenLayers und jQuery

AUFBAU

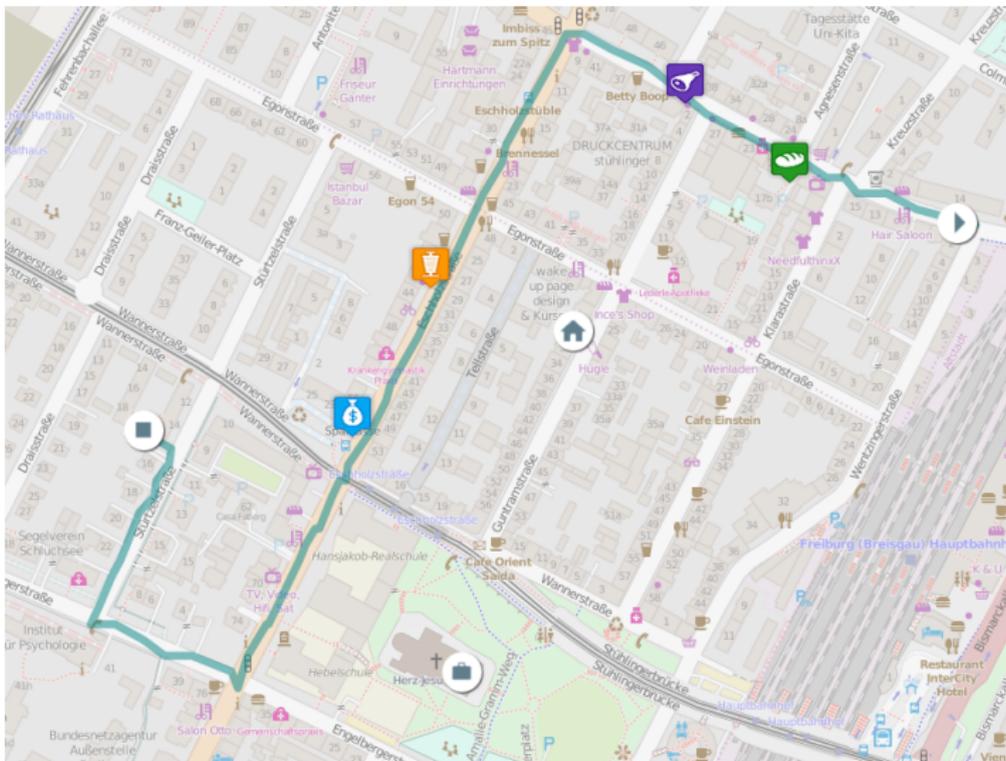


OBERFLÄCHE

The screenshot displays the OSM Search routing application interface. The main map shows a city street grid with a highlighted green route. The interface includes several panels:

- OSM-Search ROUTE MAP** header with a search bar containing "room to a city" and utility icons.
- Route:** A sidebar panel on the left showing:
 - start:** 04.05.2015 10:10
 - stopovers:** A list of three stops:
 - Bäckerei Hertzmann (15min)
 - Feinkost Metzgerei Dum (11min)
 - (1 min @ 2.00km)
 - arrival:** 04.05.2015 10:26
 - journey:** 1 min 49 sec @ 2.99km
- time parameters:** A panel on the right with a dropdown set to "use time as start time" and a date/time input field set to "04.05.2015 - 10:10".
- number of stopovers:** A panel showing a count of "2" stopovers with "add stop" and "remove stop" buttons.
- Stopover Details:** A list of stopovers:
 - 1 BAKERY:** 5min duration, with expand/collapse and delete icons.
 - 2 BUTCHER:** 10min duration, with expand/collapse and delete icons.
- CALC 1** button at the bottom of the stopover list.

OBERFLÄCHE



OBERFLÄCHE

time parameters

 use time as start time ▾



number of stopovers

 2 add new delete last

1  BAKERY X

 -5 -10 5min +5 +10

2  BUTCHER X

 -5 -10 10min +5 +10

CALC !

Route:

start: 04.05.2015 10:10

+36sec @ 881m

 Bäckerei Heitzmann +5min

+8sec @ 102m

 Feinkost Metzgerei Dum +10min

+1 min @ 2.00km

arrival: 04.05.2015 10:26

journey: 1 min 49 sec @ 2.99km

EXPERIMENTE

TESTS

Durchführung:

- verwendete Testgebiete:
 - Stuttgart (Umkreis 25km)
 - Baden Württemberg
- 6-8 verschiedene Testanfragen

TESTERGEBNISSE - STG

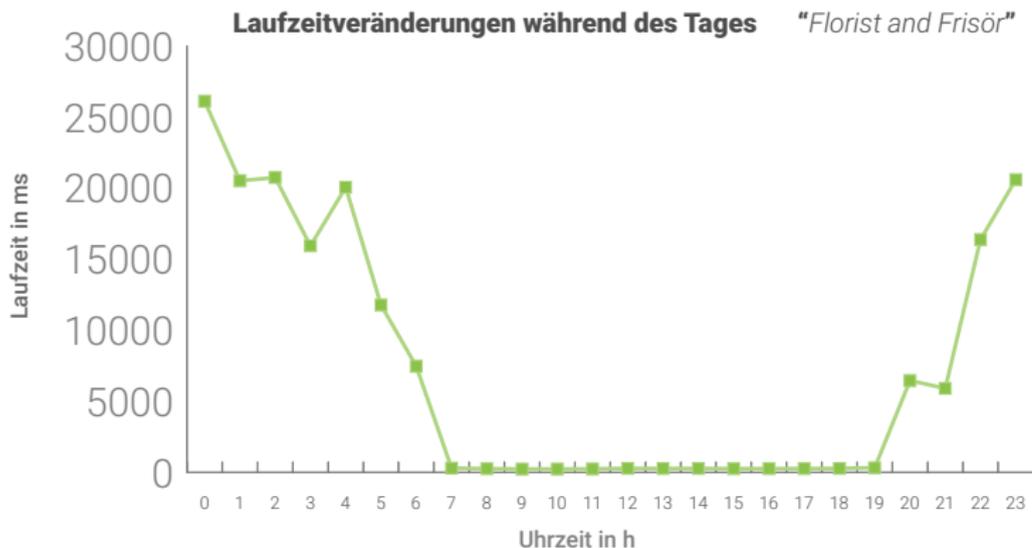
Name	Stopovers	BoundingBox	Iterative Doubling
Bäckerei am Sonntagmorgen *	1	251 ms	113 ms
Tankstelle nach der Arbeit	1	234 ms	180 ms
Florist und Frisör	2	340 ms	217 ms
Bäcker und Metzger	2	361 ms	256 ms
Bank, Kleidung und Discounter	3	384 ms	279 ms
ALDI, LIDL und Burger	3	393 ms	266 ms
Großeinkauf	4	458 ms	473 ms
Großeinkauf *	4	429 ms	482 ms

* Start = Ziel

TESTERGEBNISSE - BW

Name	Stopovers	BoundingBox	Iterative Doubling
Tankstelle nach der Arbeit	1	2 s 631 ms	1 s 633 ms
Florist und Frisör	2	3 s 615 ms	1 s 462 ms
Bäcker und Metzger	2	4 s 64 ms	1 s 441 ms
Bank, Kleidung und Discounter	3	4 s 126 ms	1 s 685 ms
ALDI, LIDL und Burger	3	4 s 71 ms	1 s 606 ms
Großeinkauf	4	4 s 848 ms	2 s 959 ms

ABHÄNGIGKEIT DER STARTZEIT



ERGEBNISSE

ERGEBNISSE



Laufzeiten von lokalen Suchanfragen
unter einer halben Sekunde
(Naive Implementierung > 20 Sekunden)

ERGEBNISSE



Laufzeiten von lokalen Suchanfragen
unter einer halben Sekunde
(Naive Implementierung > 20 Sekunden)

"Iterative Doubling" garantiert
optimale Lösung

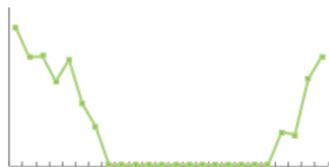
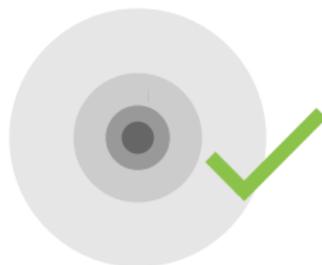


ERGEBNISSE



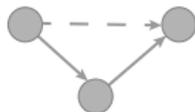
Laufzeiten von lokalen Suchanfragen
unter einer halben Sekunde
(Naive Implementierung > 20 Sekunden)

"Iterative Doubling" garantiert
optimale Lösung



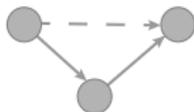
Startzeit der Route hat Einfluss
auf die Laufzeit

ZUKUNFT



"Contraction Hierarchies" -> Faktor 15 [EF12]

ZUKUNFT

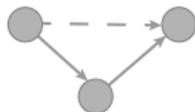


"Contraction Hierarchies" -> Faktor 15 [EF12]

Implementierung von
öffentlichem Nah- und Fernverkehr

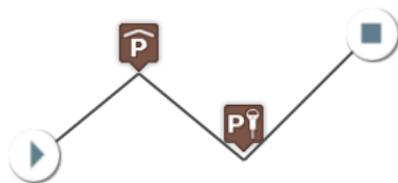


ZUKUNFT



"Contraction Hierarchies" -> Faktor 15 [EF12]

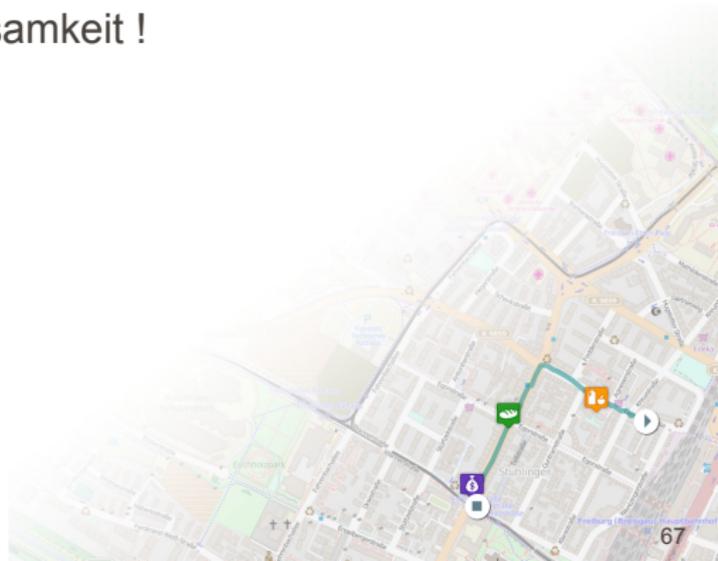
Implementierung von
öffentlichem Nah- und Fernverkehr



Parkhäuser als POI-Cluster verwenden
-> Route via Parkplätze/-häuser

ENDE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



QUELLEN

ICON Maps Icons Collection: <https://mapicons.mapsmarker.com>

EF12 Eisner, Jochen ; Funke, Stefan: Sequenced route queries: getting things done on the way back home. In: *SIGSPATIAL 2012 International Conference on Advances in Geographic Information Systems (formerly known as GIS), SIGSPATIAL'12, Redondo Beach, CA, USA, November7-9, 2012, 2012*, S. 502–505

OSM OpenStreetMap Wiki: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/>