



Genauer Hochleistungs-Routenplaner

Prof. Dr. Peter Sanders

Dominik Schultes

Institut für Theoretische Informatik – Algorithmik II

Universität Karlsruhe (TH)

Heidelberger Innovationsforum, 30.11.2005



Wie komme ich von A nach B ?

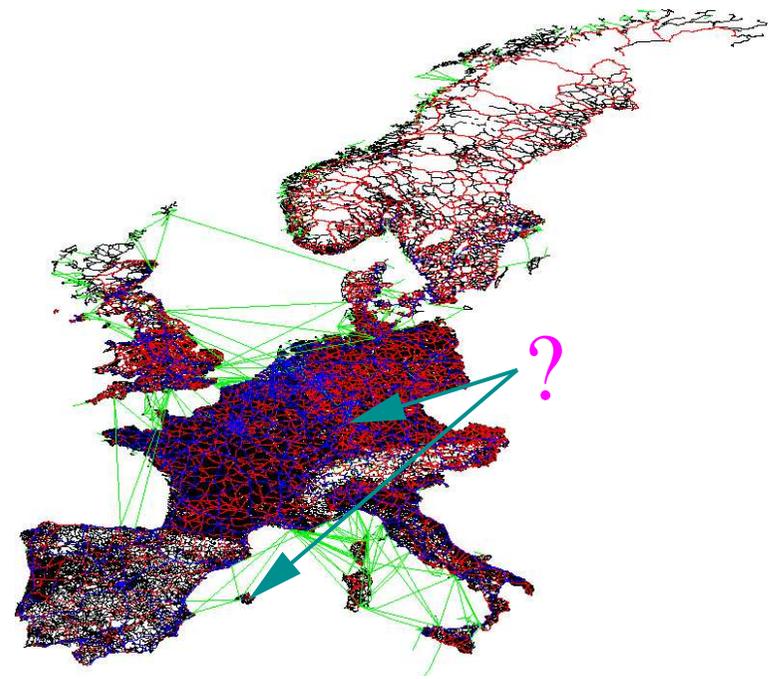
Anwendungen

- Routenplanung im Internet (z.B. www.map24.de)
- Navigationssystem im Auto
- Serverbasierte Abfrage übers Handy, ...



Anforderungen

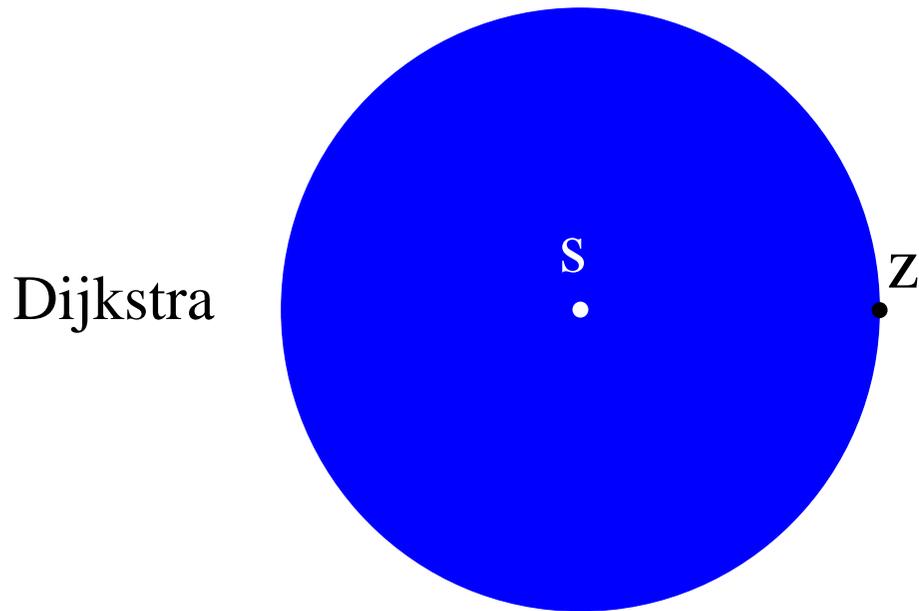
- genaue** schnellste Routen
- schnelle** Berechnung
- geringer** Speicherplatzverbrauch





DIJKSTRAS Algorithmus

klassisches Verfahren aus der Graphentheorie
zur **Berechnung von kürzesten Pfaden**



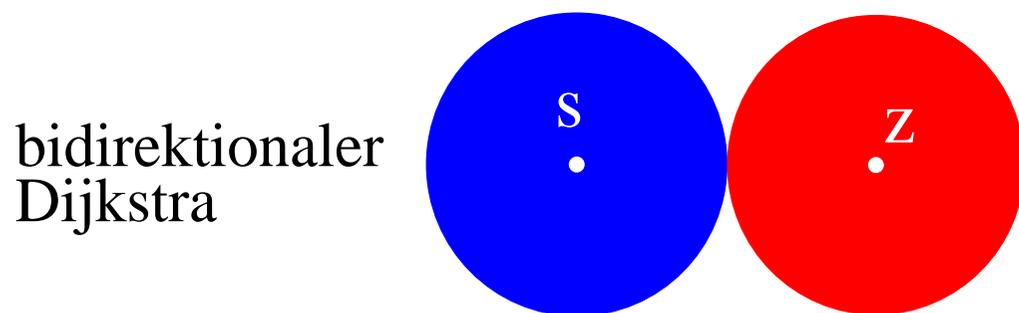
ungeeignet für große Straßennetzwerke

(z.B. Westeuropa: 22 Millionen Straßenabschnitte)



Bidirektionale Suche

Verbesserung von DIJKSTRAs Algorithmus

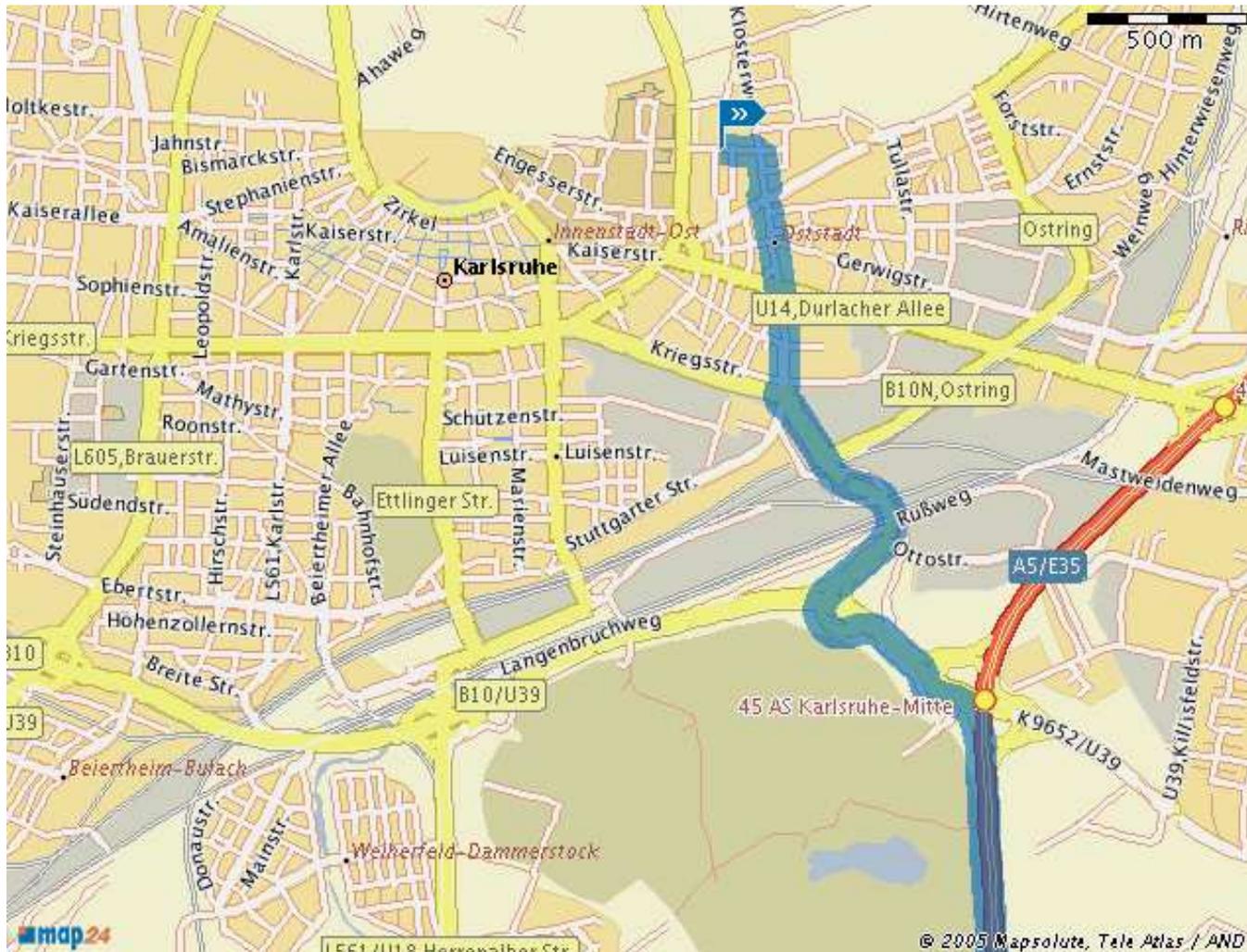


Halbierung des Suchraums möglich,
aber immer noch zu langsam



Naive Routenplanung

1. Suche nächste sinnvolle Autobahnauffahrt





Naive Routenplanung

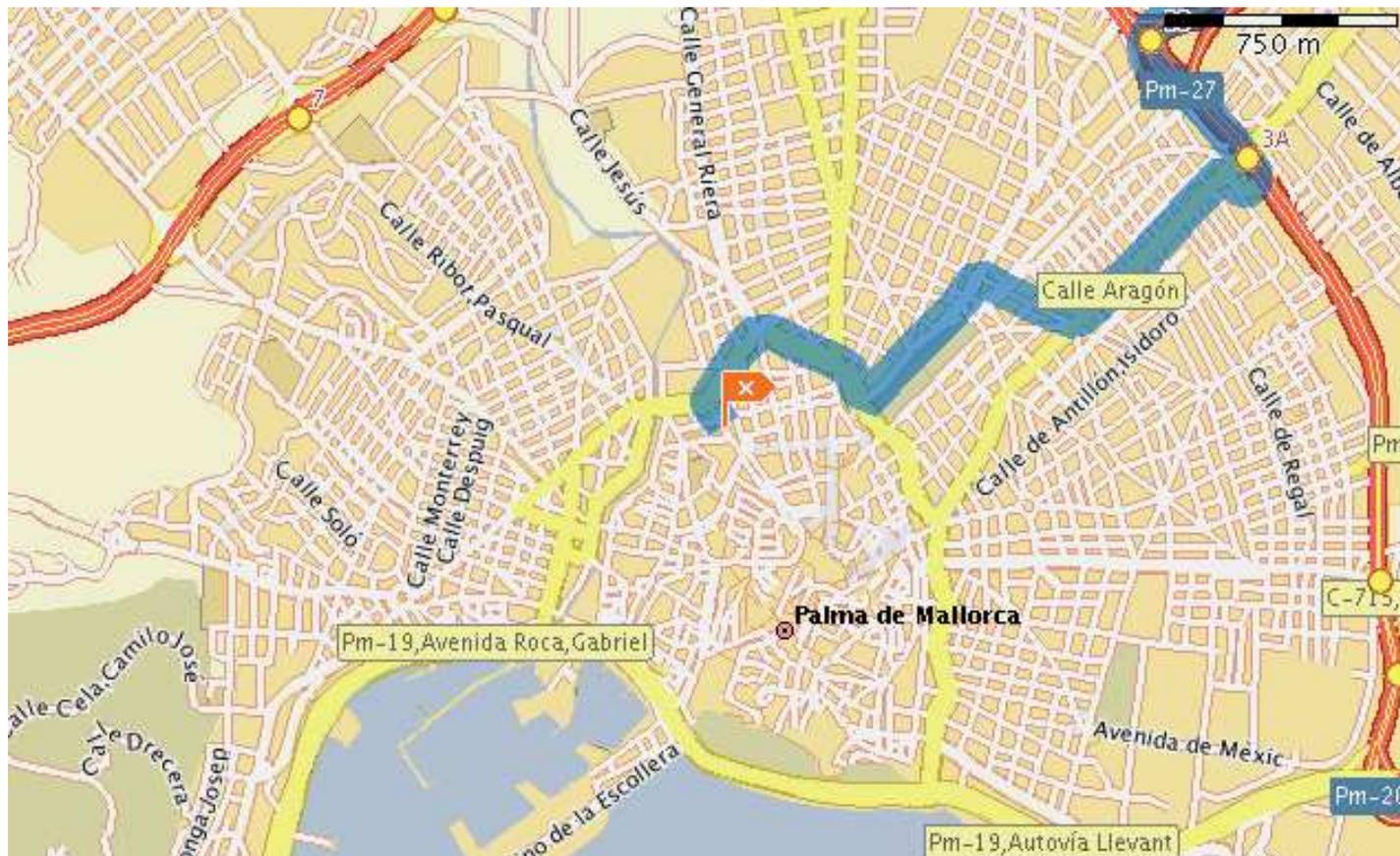
1. Suche nächste sinnvolle Autobahnauffahrt
2. Fahre auf Autobahnen möglichst nahe ans Ziel heran





Naive Routenplanung

1. Suche nächste sinnvolle Autobahnauffahrt
2. Fahre auf Autobahnen möglichst nahe ans Ziel heran
3. Suche von der Autobahnausfahrt den Weg zum Ziel

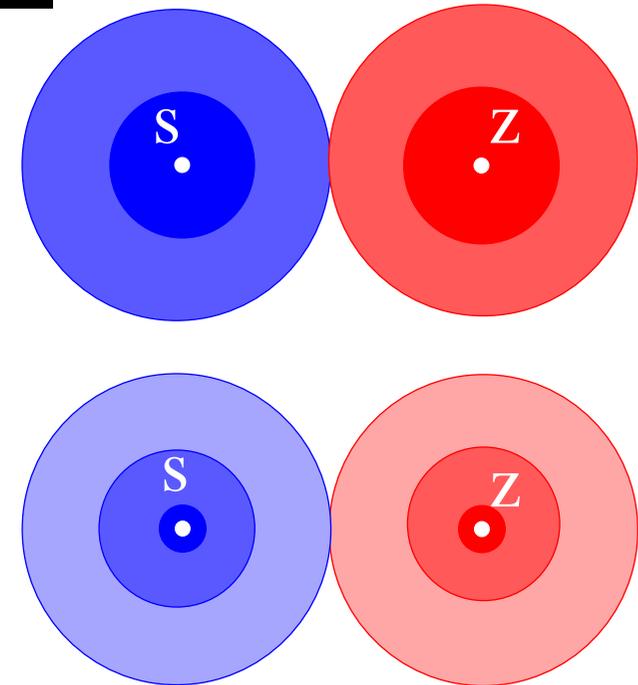




Kommerzieller Ansatz

Heuristische Highway-Hierarchie

- vollständige Suche im **lokalen** Bereich
- Suche im (**dünnere**n) **Highway-Netzwerk**
- Verfahren iterieren \rightsquigarrow **Highway-Hierarchie**



Festlegung des Highwaynetzwerkes:

Benutze Strassenkategorie (Landstr., Bundesstr, Autobahn,...)

+ **manuelle** Nachbesserungen.

Empfindlicher Kompromiss

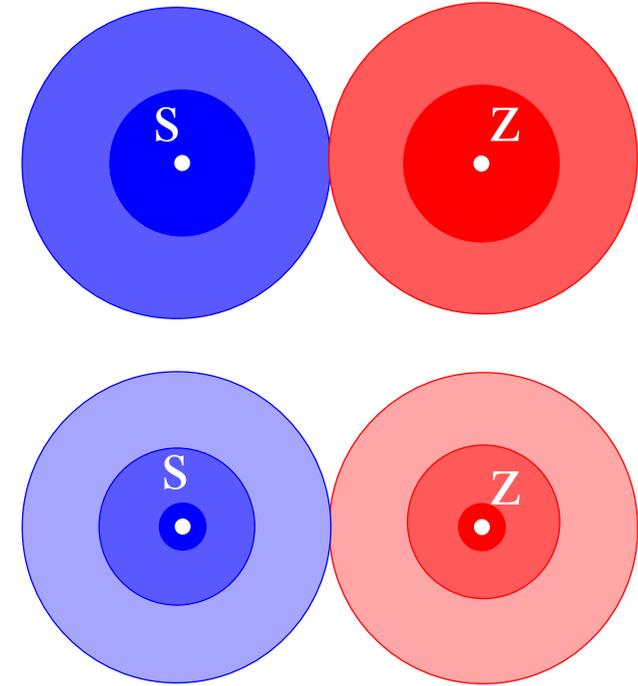
Geschwindigkeit \Leftrightarrow **Ungenauigkeit**



Unser Ansatz

Genaue Highway-Hierarchie

- vollständige Suche im lokalen Bereich
- Suche im (dünnere) Highway-Netzwerk
- Verfahren iterieren \rightsquigarrow Highway-Hierarchie



Festlegung des Highwaynetzwerkes:

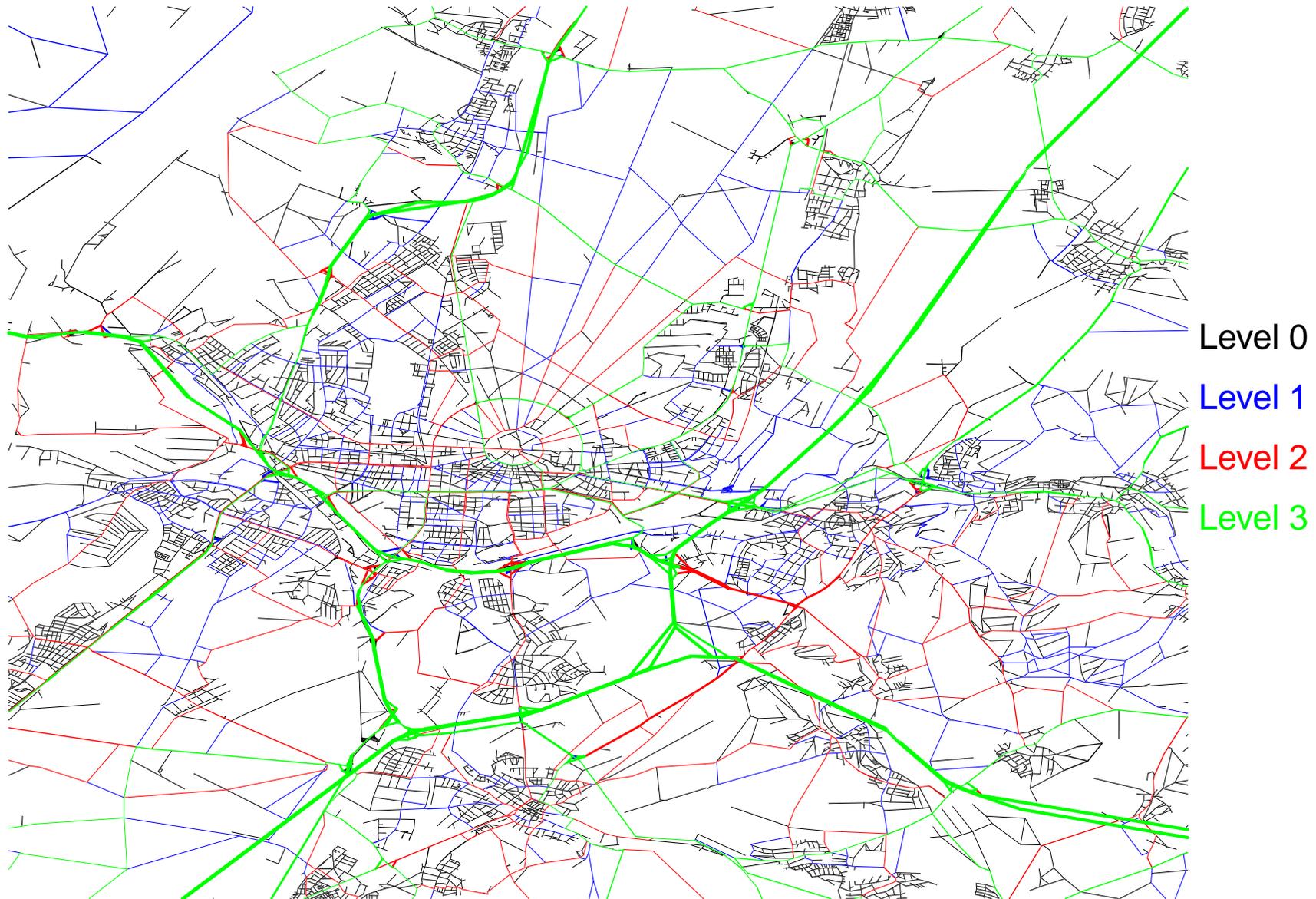
minimales Netzwerk,

bei dem alle kürzesten Wege erhalten bleiben.

- + vollautomatisch (nur Nachbarschaftsgröße festlegen)
- + kompromisslos schnell



Beispiel: Karlsruhe





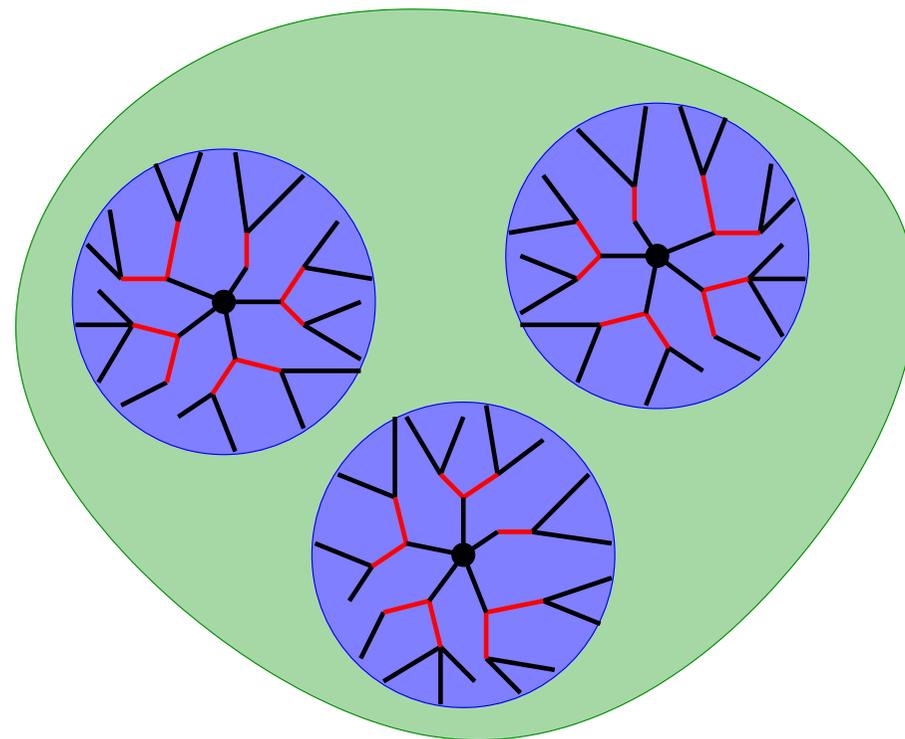
Schnelle Konstruktion

Herausforderung

Vermeidung der Vorberechnung von kürzesten Pfaden
zwischen **allen** Knotenpaaren

Lösung

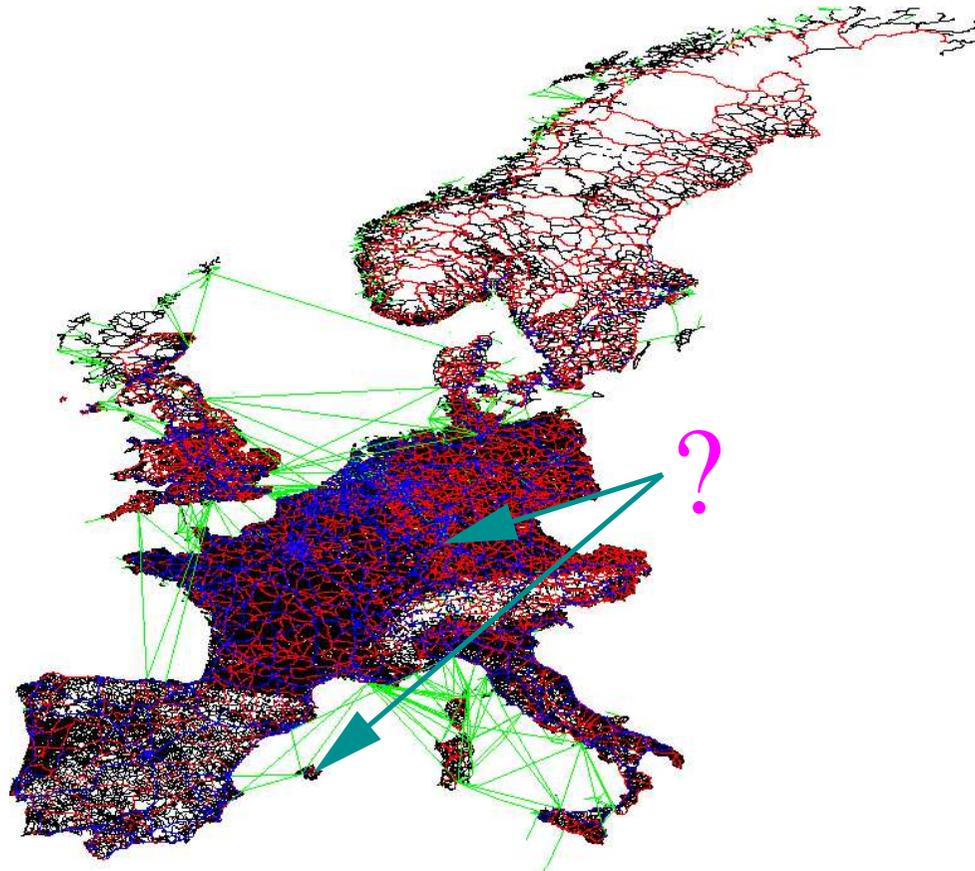
Von jedem Knoten aus:
Suche in einem **lokalen** Bereich



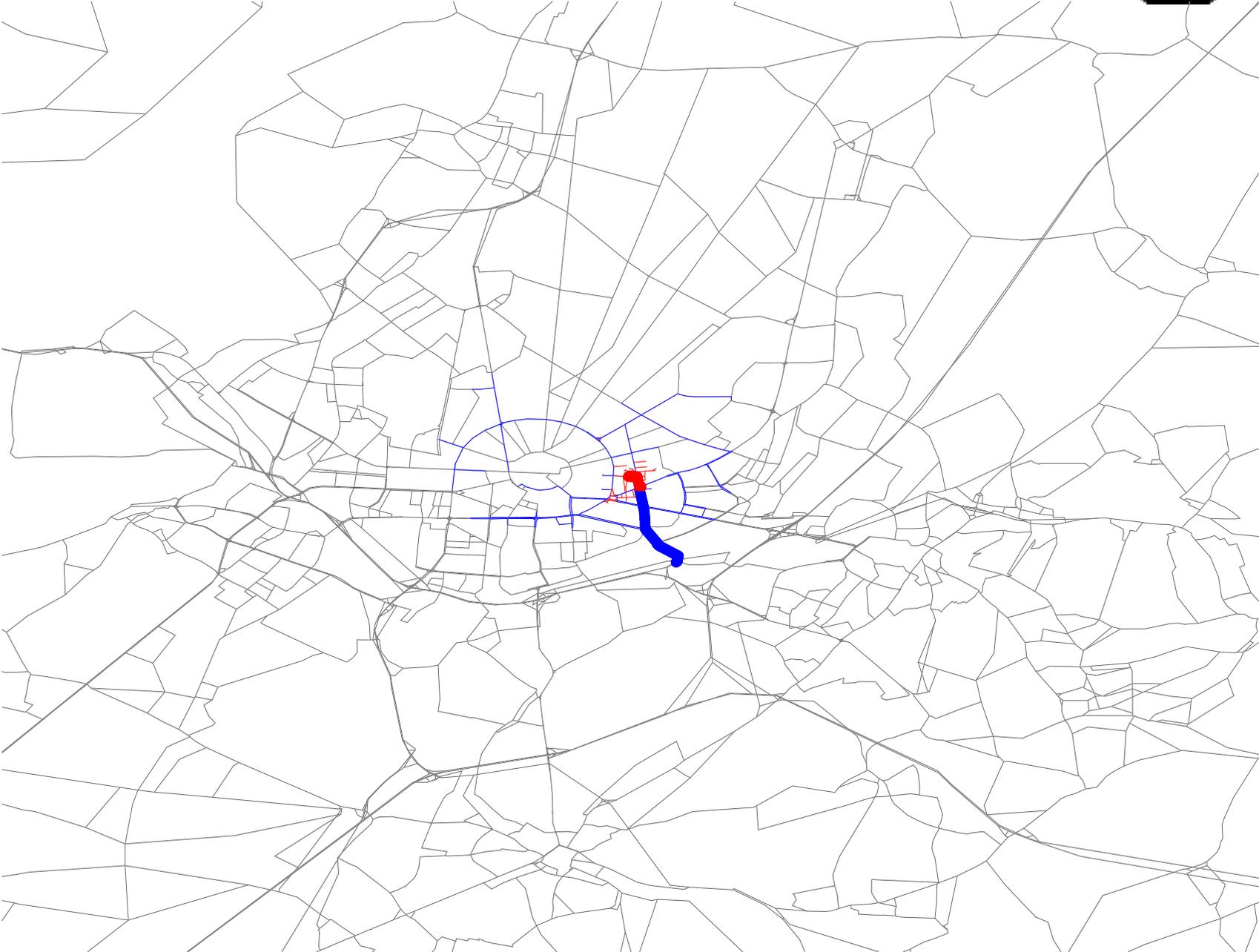


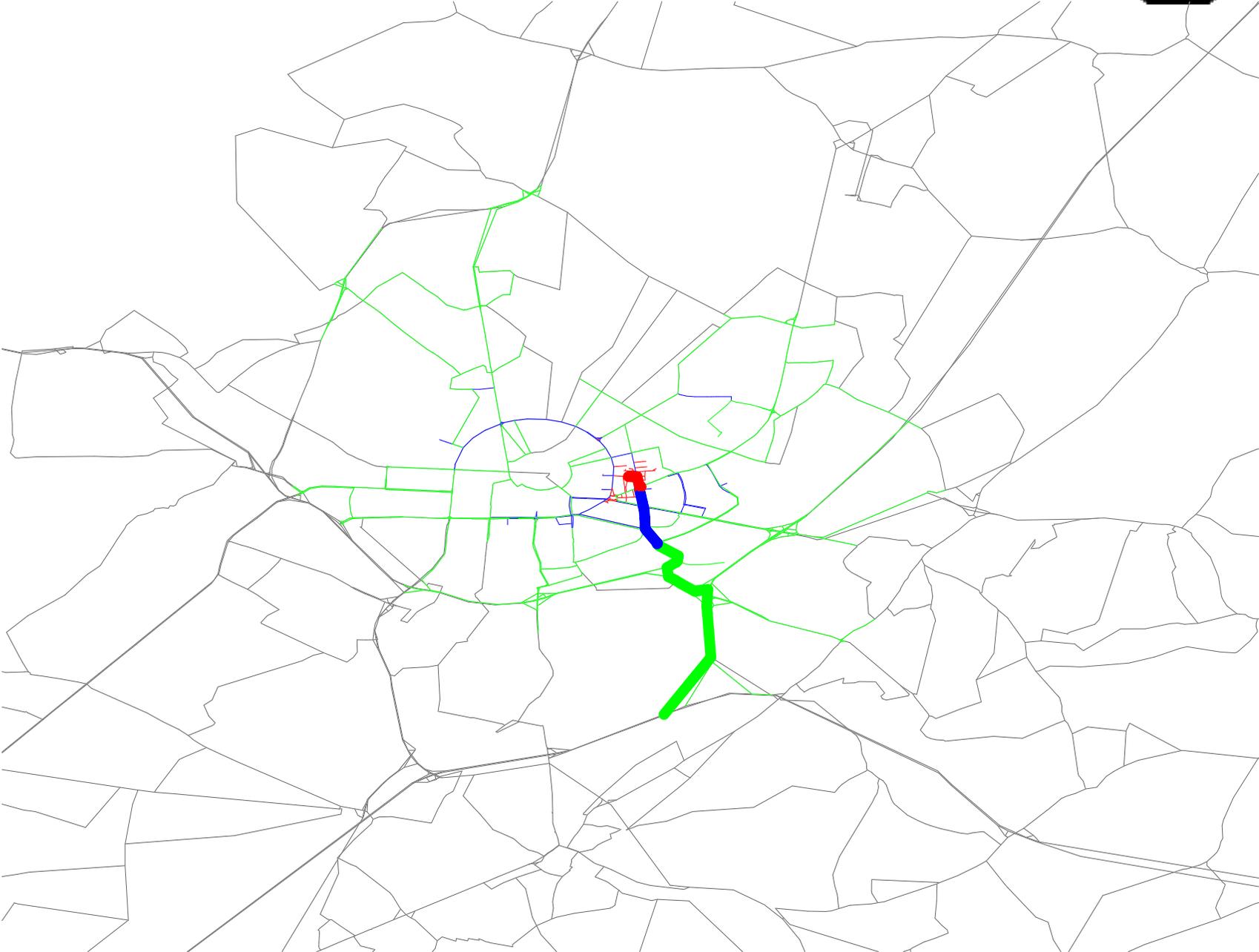
Suche

Beispiel: von **Karlsruhe**, Am Fasanengarten 5
nach **Palma de Mallorca**



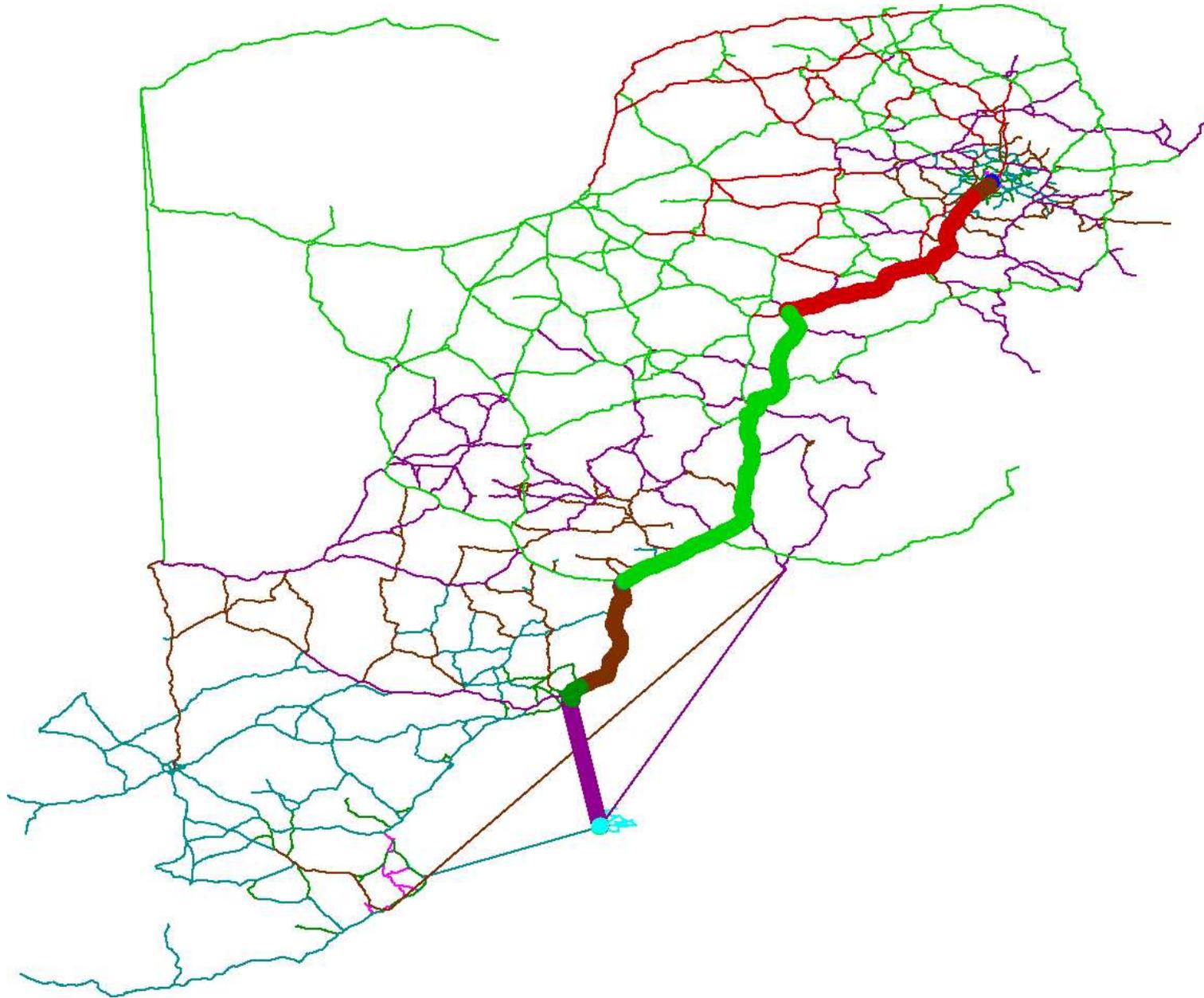






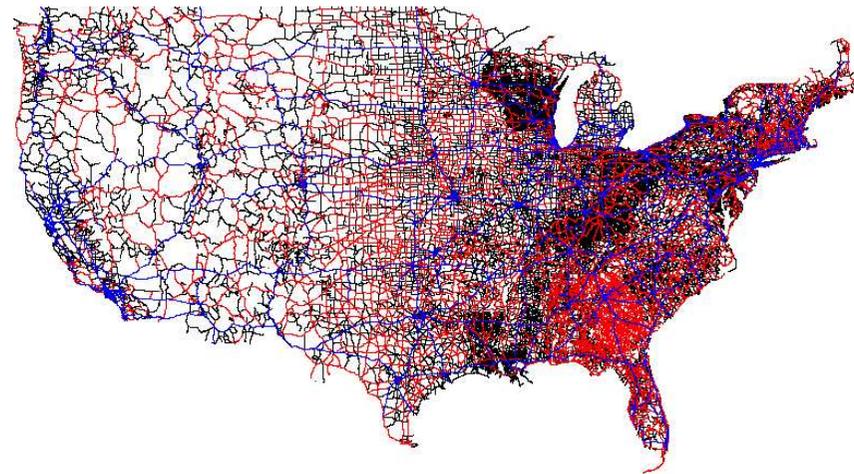
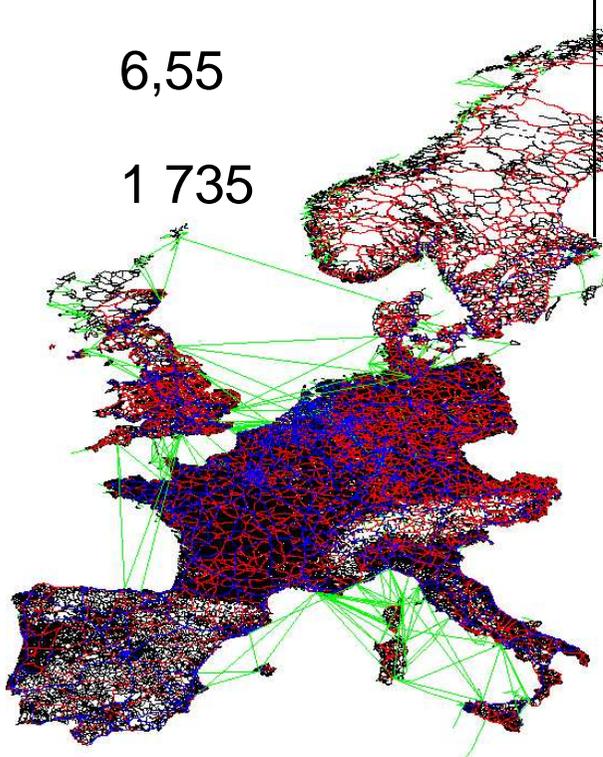


Level 10 Suchraum





Westeuropa	Testdaten	USA
18 029 721	#Knotenpunkte	24 278 285
22 224 194	#Straßenabschnitte	29 106 596
0:59	Konstruktion [h]	1:52
6,55	Suchzeiten [ms]	7,83
1 735	Beschleunigung (\leftrightarrow DIJKSTRA)	1 531





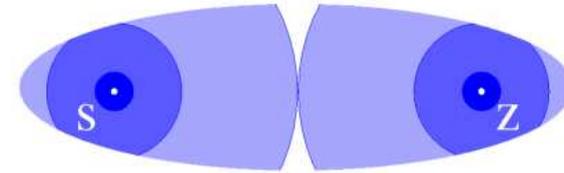
Zusammenfassung

- genaue** Routen in **großen** Straßennetzen z.B. \approx 22 Mill. Straßen
 \rightsquigarrow Qualitätsvorteil, Werbeargument
- schnelle** Suche < 7 ms auf x86
 \rightsquigarrow **preiswerte**, **energiesparende** Prozessoren in **Mobilgeräten**
 \rightsquigarrow geringe **Serverlast**
 \rightsquigarrow reichlich Luft für **Zusatzfunktionalität**
- schnelle** Vorverarbeitung \approx 1h
- geringer Platzverbrauch** \ll Datenbank
- keine** manuelle **Nachbearbeitung der Daten**
 \rightsquigarrow Unabhängigkeit von Zulieferern
- organische Weiterentwicklung kommerzieller Ansätze**



Ausblick

- Kombination mit **zielgerichteten** Verfahren
- schnelle, **lokale Aktualisierung** des Highway Netzwerks (z.B. aufgrund von Staus)
- Implementierung für **Mobilgeräte**
- ...





Industriekooperationen

- Wir **helfen** bei Umsetzung in **Produkte**: Beratung ...
- Gemeinsame **Projekte** für **Weiterentwicklung**



...