

# Industrie-Praktikum beim Fraunhofer ESK

Pascal Huber

[pascal.huber@uni-bonn.de](mailto:pascal.huber@uni-bonn.de)

12. Dezember 2013



Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

Aufgabenbeschreibung  
Routing  
Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

# Inhalt

## 1 Die Fraunhofer Gesellschaft

## 2 Das Fraunhofer ESK

## 3 Tätigkeiten während des Praktikums

- Organisation und Bewerbung
- Aufgabenbeschreibung
- Routing
- Mapmatching

## 4 Mathematischer Bezug

## 5 Persönliches Fazit und Ausblick

## 6 Quellen

# Forschungsprofil der Fraunhofer Gesellschaft

Industrie-Praktikum  
beim Fraunhofer ESK

Pascal Huber

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

Aufgabenbeschreibung

Routing

Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

- größte Forschungseinrichtung für anwendungsorientierte Forschung in Europa

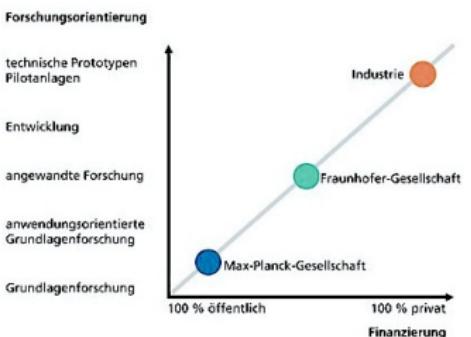
**Ziel** : ergebnisorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für die Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft

- mehrere Forschungsthemen, u.a.

- Energie und Wohnen
- Verkehr und Mobilität
- ...

- Gleichgewicht zwischen anwendungsorientierter Grundlagenforschung und innovativer Entwicklung

- Finanzierung über Auftragsforschung (70%) und öffentliche Gelder (30%)



# Struktur der Fraunhofer Gesellschaft

- etwa 22.000 Mitarbeiter,  
überwiegend  
Naturwissenschaftler und  
Ingenieure
- dezentrale Organisation durch
  - 66 Fraunhofer-Institute
  - 10-20 kleinere  
Forschungseinrichtungen
  - weitere Niederlassungen  
außerhalb Deutschlands
- Zentrale in München
- 40 Standorte in Deutschland,  
darunter auch z.B. SCAI in  
Sankt-Augustin
- die Institute sind in  
“Verbünden” zusammengefasst

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung  
Aufgabenbeschreibung  
Routing  
Mapmatching

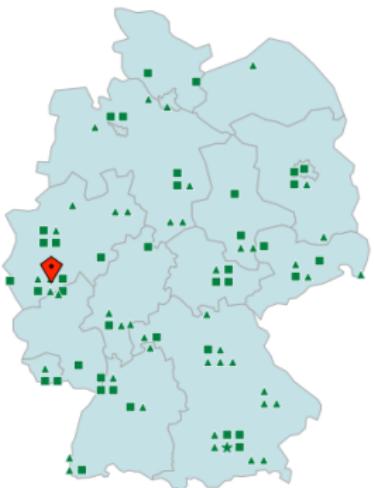
Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

# Struktur der Fraunhofer Gesellschaft

- etwa 22.000 Mitarbeiter,  
überwiegend  
Naturwissenschaftler und  
Ingenieure
- dezentrale Organisation durch
  - 66 Fraunhofer-Institute
  - 10-20 kleinere  
Forschungseinrichtungen
  - weitere Niederlassungen  
außerhalb Deutschlands
- Zentrale in München
- 40 Standorte in Deutschland,  
darunter auch z.B. SCAI in  
Sankt-Augustin
- die Institute sind in  
“Verbünden” zusammengefasst



# Überblick zum Fraunhofer ESK

Industrie-Praktikum  
beim Fraunhofer ESK

Pascal Huber

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

Aufgabenbeschreibung  
Routing  
Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

- Fraunhofer ESK steht für Fraunhofer-Institut für **Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik**
- kleines Institut: ca. 80 feste Mitarbeiter und etwa 20 Studenten
- Standort: München
- Forschungsschwerpunkt: Verfahren und Methoden der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)
- Anwendungen u.a. in:
  - Fahrzeugkommunikation und Verkehr
  - Telekommunikation
  - Sicherheitstechnik
- Gliederung in drei Geschäftsfelder:
  - **Automotive**: Fahrzeugkommunikation
  - **Industrial communication**: Automatisierung, Kommunikationssysteme für Energieversorgung
  - **Telecommunication**: Übertragungstechniken, Konnektivität von Kommunikationssystemen

# Geschäftsfeld Automotive

Industrie-Praktikum  
beim Fraunhofer ESK

Pascal Huber

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

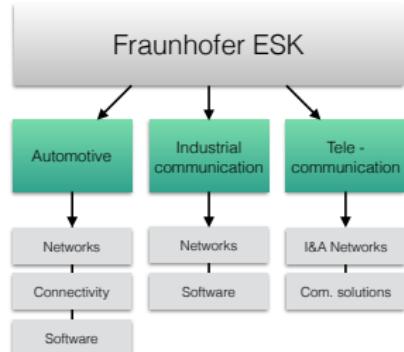
Aufgabenbeschreibung  
Routing  
Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

- Größtes Geschäftsfeld des ESK (etwa 40 Mitarbeiter)
- arbeitet an Lösungen um die wachsenden Anforderungen an Fahrzeuge (Sicherheit, Flexibilität) zu erfüllen:
  - bessere Vernetzung von Fahrzeugen
  - Kommunikationssysteme für neuartige Fahrzeugkonzepte (bspw. Elektromobilität)
- Automotive Connectivity: Entwicklungen zur Vernetzung von Fahrzeugen untereinander und mit der Umwelt (sog. Car-to-X Kommunikation, kurz C2X) zur Vermeidung von Unfällen und Staus
  - Datenaggregation und -weiterleitung
  - Simulationen
  - Entwicklung von Software-Frameworks



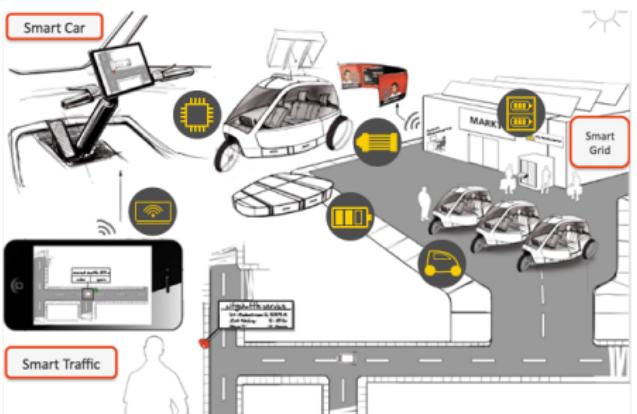
# Organisation und Bewerbung

- Praktikumsbeschreibung: Implementierung von kartenbezogenen Algorithmen (in C++)
- Zeitraum von ungefähr 5 Monaten
- Vollzeit: 39 h/Woche mit bestimmten Kernzeiten
- vergütet
- regelmäßige Abstimmung mit Betreuer
  
- Bewerbungsprozess:
  - Bewerbung um ausgeschriebene Praktikumsstelle (<https://recruiting.fraunhofer.de/>)
  - Bewerbungsgespräch mit späteren Betreuer

## Aufgabenbeschreibung

- Implementierung von kartebezogenen Algorithmen für ein Softwareframework im Bereich der C2X-Kommunikation
    - **Routing-Algorithmen:** Bestimmung des “besten” Weges zwischen zwei Positionen
    - **Mapmatching-Algorithmen:** Abgleich von Kartenmaterial und Standortdaten (GPS-Position)
  - Implementierung und Test von ausgewählten Algorithmen

- Mögliche Anwendungsfälle:
    - *mobicity*  
(EU-Projekt)
    - *Adaptive City mobility*  
(nationales Projekt)
    - ...



# Arbeitsprozess

- bereits vorhandenes Framework:
  - lizenzkostenfreies Kartenmaterial vom OpenStreetMap-Projekt (osm-Files)
  - Framework zum Einlesen des Kartenmaterials
- Arbeitsprozess:
  - Selbstständige Recherche (Internet, Paper)
  - Entwurf eines Software-Modells
  - Anpassung und Implementierung
  - Tests
- kleinere Nebentätigkeiten

# Implementierung von Routing-Algorithmen

Industrie-Praktikum  
beim Fraunhofer ESK

Pascal Huber

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

Aufgabenbeschreibung

Routing

Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

- Grundlage: angepasster Dijkstra-Algorithmus
  - Abbiegeverbote (Routing über Kanten anstatt Knoten)
  - Einbahnstraßen
  - Kreisverkehre
- Verbesserung der Laufzeit durch bidirektionale Suche
- Verbesserung des Dijkstra-Algorithmus durch Heuristiken (Schätzfunktionen): Verbesserung der Laufzeit
  - euklidische Heuristik: A\*-Algorithmus
  - Landmarken-Heuristik (benötigt Vorberechnung):  
ALT-Algorithmus
- Kombination von bidirektonaler Suche und Heuristiken

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

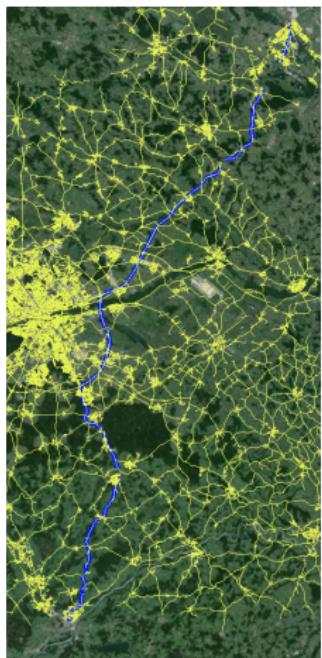
Aufgabenbeschreibung  
**Routing**

Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen



Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

Aufgabenbeschreibung

**Routing**

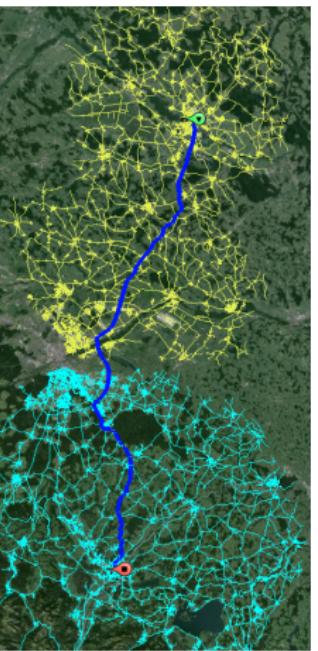
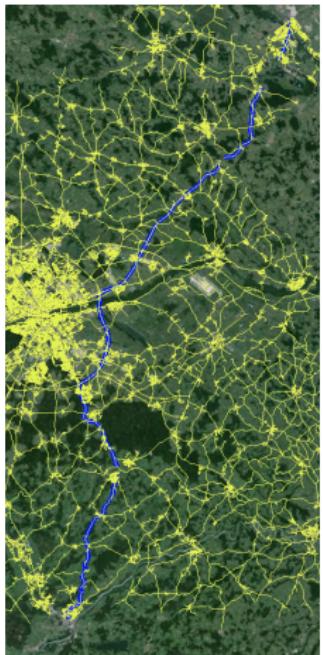
Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

# Routing-Beispiel



# Routing-Beispiel

Industrie-Praktikum  
beim Fraunhofer ESK

Pascal Huber

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

Aufgabenbeschreibung

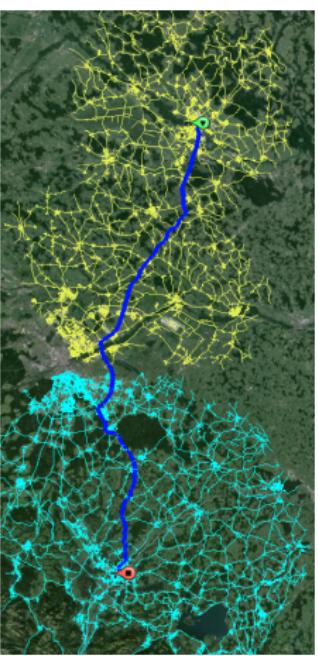
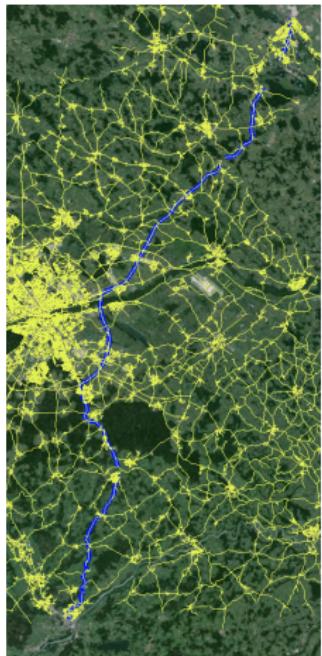
**Routing**

Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen



# Implementierung von Mapmatching-Algorithmen

Industrie-Praktikum  
beim Fraunhofer ESK

Pascal Huber

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

Aufgabenbeschreibung  
Routing

Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

- einfache geometrische Mapmatching-Algorithmen:
  - Matching auf nächstgelegenen Knoten
  - Matching auf nächstgelegene Kante ("orthogonale" Projektion)
- topologischer Mapmatching-Algorithmus: berechnet wahrscheinlichste Match-Position durch zusätzliche Kriterien:
  - Zusammenhang von Straßenabschnitten, Abbiegeverbote
  - Kurs-Informationen
  - Geschwindigkeitsdaten
- MHT Mapmatching (multiple-hypothesis-technique)
  - ähnlich zum topologischen Mapmatcher
  - betrachtet mehrere Kandidaten-Routen gleichzeitig

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

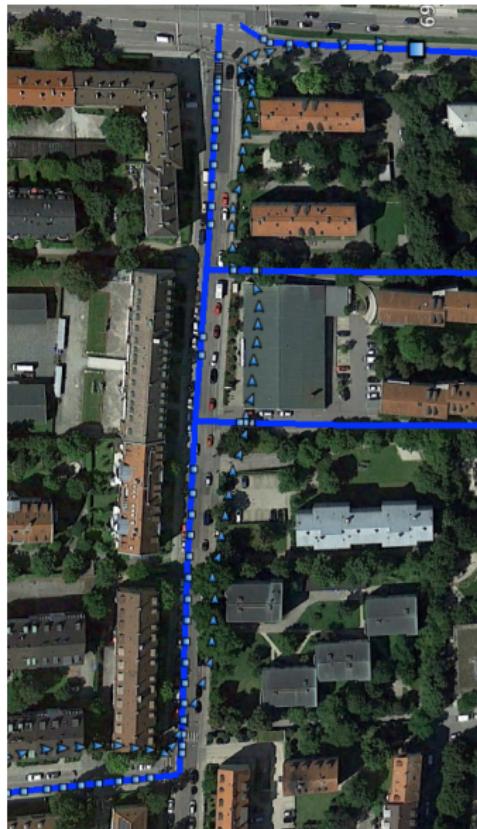
Organisation und  
Bewerbung

Aufgabenbeschreibung  
Routing  
**Mapmatching**

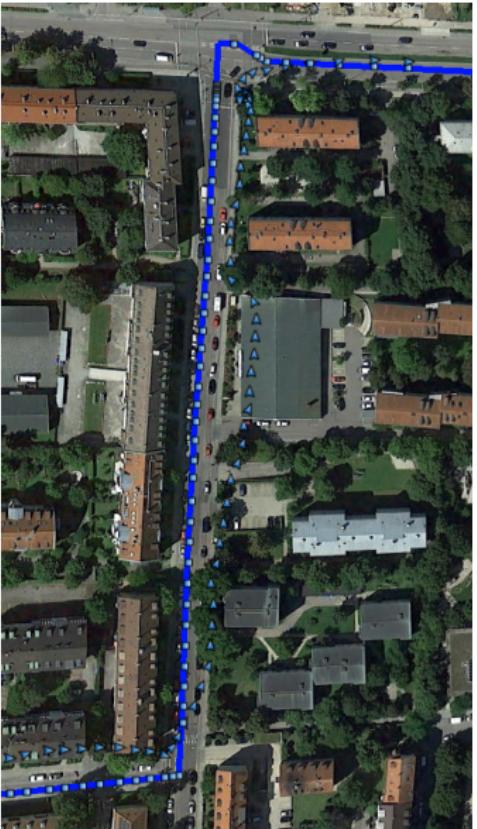
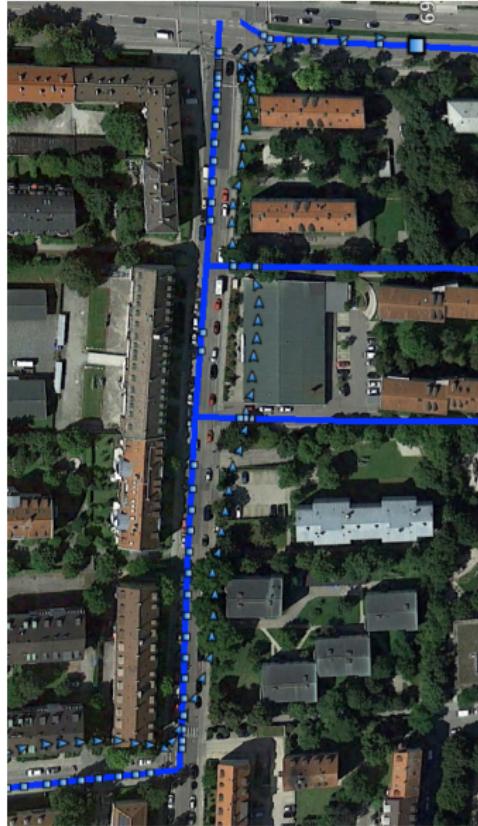
Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen



# Mapmatching-Beispiele



Industrie-Praktikum  
beim Fraunhofer ESK

Pascal Huber

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

Aufgabenbeschreibung  
Routing

Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

# Mathematischer Bezug im Praktikum

- mathematisches Fachwissen ist von Vorteil, aber nicht zwingend
  - Grundkenntnisse der diskreten Mathematik (Graphentheorie, Dijkstra-Algorithmus)
  - Geometrie für Distanz-Berechnung auf gekrümmten Flächen
  - Stochastik (Kalman Filter), Logik (Fuzzy Logic) für kompliziertere Mapmatching-Algorithmen
- Wichtig: “*mathematische*” Denkweise
  - Reduktion auf Kernprobleme bei unüberschaubaren Problemstellungen (z.Bsp. Probleme in Teilprobleme unterteilen)
  - Anwenden von abstrakten Theorien auf Probleme der realen Welt (z. Bsp. Berücksichtigung von Abbiegeverboten im Dijkstra-Algorithmus)

# Mathematischer Bezug im Praktikum

- Eingenständiges und schnelles Einarbeiten in neue Themenbereiche
  - Verständnis und Bewertung von neuen Algorithmen
  - Zurechtfinden in neue Datenstrukturen

# Persönliches Fazit

- Insgesamt
  - sehr positive Erfahrung
  - guter Einblick in die Arbeit in einer Forschungsorganisation
- Pro
  - angenehme Arbeitsatmosphäre
  - weitestgehend selbstständiges Arbeiten mit vielen eigene Entscheidungen
  - interessantes und abwechslungsreiches Themengebiet
  - Motivation durch schnell erkennbaren Fortschritt
- Contra
  - wenig Einblicke in andere Bereiche des Instituts
  - zu wenig Zeit, um interessantere Algorithmen zu implementieren
  - keine Möglichkeit eigene Ideen für Algorithmen umzusetzen

# Ausblick

- große Hilfe bei der Orientierung für einen späteren Beruf
  - mathematisches Fachwissen ist nicht alles
  - kompetenter Umgang mit Computern ist von Vorteil
- ermöglicht bessere Ausrichtung des Studiums
- spätere Anstellung bei der Fraunhofer Gesellschaft vorstellbar
  - möglicherweise andere Bereich (z.Bsp. mit physikalischen Hintergrund)
  - evtl. während einer möglichen Promotion

# Kontakte

Industrie-Praktikum  
beim Fraunhofer ESK

Pascal Huber

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

Aufgabenbeschreibung

Routing

Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

Meine Email-Adresse:

[pascal.huber@uni-bonn.de](mailto:pascal.huber@uni-bonn.de)

Stellenangebote der Fraunhofer-Gesellschaft

<https://recruiting.fraunhofer.de>

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung  
Aufgabenbeschreibung  
Routing  
Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

# Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

(Fragen?)

Die Fraunhofer  
Gesellschaft

Das Fraunhofer ESK

Tätigkeiten während  
des Praktikums

Organisation und  
Bewerbung

Aufgabenbeschreibung

Routing

Mapmatching

Mathematischer Bezug

Persönliches Fazit und  
Ausblick

Quellen

# Quellen

Homepage der Fraunhofer Gesellschaft

<http://www.fraunhofer.de>

Homepage des Fraunhofer ESK

<http://www.esk.fraunhofer.de>

Projekte mit C2X-Anwendung

<http://www.adaptive-city-mobility.de>

<http://www.mobincity.eu>

Seite des OpenStreetMap-Projekts

<http://www.openstreetmap.org/>