



Universität Bremen

Selbstlokalisierung in Routengraphen

Axel Lankenau
Thomas Röfer

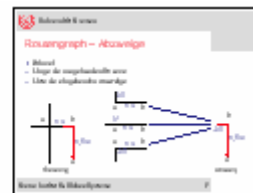
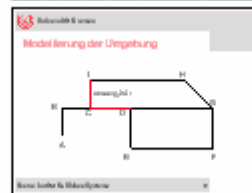
Bremer Institut für Sichere Systeme
Technologiezentrum Informatik

Überblick

Einordnung



Modellierung



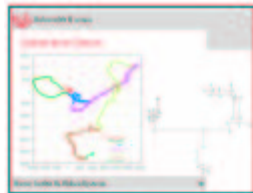
Verfahren



Experimente



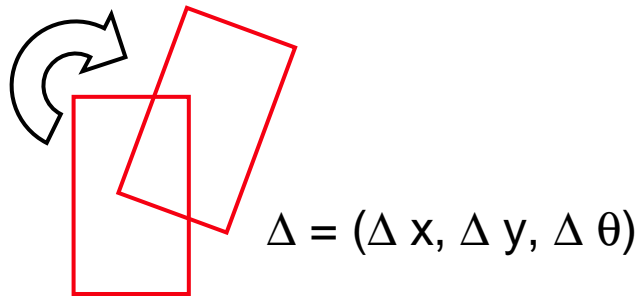
Ergebnis



Selbstlokalisierung mobiler Roboter

▶ Relativ

- ▶ A-priori Wissen: Startposition
- ▶ Korrelation von Sensorbildfolgen
- ▶ Scan-Matching, (Koppelnavigation)



▶ Pro

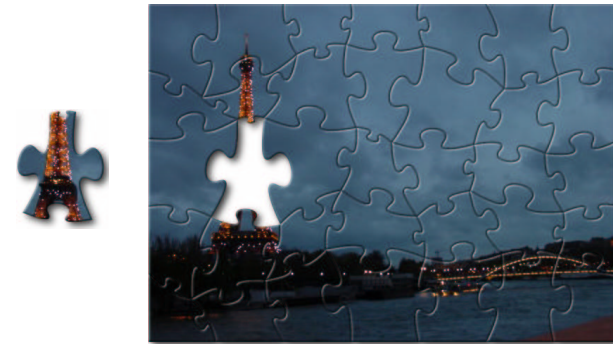
- ▶ Unveränderte Umgebung

▶ Contra (!)

- ▶ Nicht robust ggü. Fehlern

▶ Absolut

- ▶ A-priori Wissen: „Karte“
- ▶ Matching Sensorbild - Karte
- ▶ Gitterstruktur, Monte-Carlo, Topol.



▶ Pro

- ▶ Robust („Kidnapped-Robot“ ✓)

▶ Contra

- ▶ Aufwändig

Absolute Selbstlokalisierung – Idee

► Situation → Hypothese über Position in Umgebungs-Modell



31 Bergdörfer am Rande der Kotsifou-Schlucht

Schöner Ausblick auf den Golf von Plakiás

Plakiás – Sellia; Plakiás – Mirthios

Ausgangspunkt: In Plakiás, 41 km südwestlich von Réthimnon, an der Brücke über den Fluß.

Gehzeiten: Plakiás – Sellia 1 Std., Plakiás – Mirthios ½ Std.

Höhenunterschied: 280 m nach Sellia bzw. 200 m nach Mirthios.

Anforderungen: Leichte Wanderungen.

Einkehr und Unterkunft: Tavernen und Zimmer in Plakiás, Sellia und Mirthios.

Varianten: Von Sellia kann man auf der Teerstraße nach Mirthios laufen (1 Std.) und kommt dabei an den Eingang der Kotsifou-Schlucht, in die man einen kurzen Abstecher machen kann.

Busverbindung: Plakiás – Réthimnon mehrmals täglich, Agia Galini – Plakiás – Hóra Station einmal täglich.

Der Ort Plakiás an der Südküste des

Bezirks Réthimnon ist wegen seiner

Umgebung und der umliegenden

Klöster, aber auch wegen seines

Sandstrands und der zahlreichen

Tavernen unbedingt einen

Abstecher wert. Zwei kurze

Wanderungen in die oberhalb

gelegenen Bergdörfer mit ihrer

wunderbaren Aussicht lassen sich

dabei problemlos in den

Tagesablauf integrieren. Wir

beginnen unsere Kurztour nach

Sellia in Plakiás an der Brücke

über den Bach (beim Buswendeplatz).

Ortsinwärts biegen wir bei

Zórbas Rent Rooms in die Straße

rechts, gehen an einigen kleinen

Supermärkten vorbei, bis sich der

Weg in die Olivenhaine schlingt.

Bei einer ersten Gabelung nach

links. Nach einer Viertelstunde

bei einer Gabelung an einer

Brücke wieder nach links und

gleich darauf nach rechts.

Bei der nächsten Gabelung (5

Minuten) nach links, immer

durch Olivenhaine. Bei der

nächsten Fahrwegkreuzung

wieder links und bei der

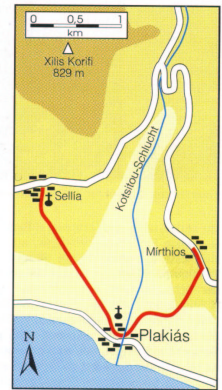
folgenden auf einem

betonierten Stück rechts.

Nach knapp einer Stunde

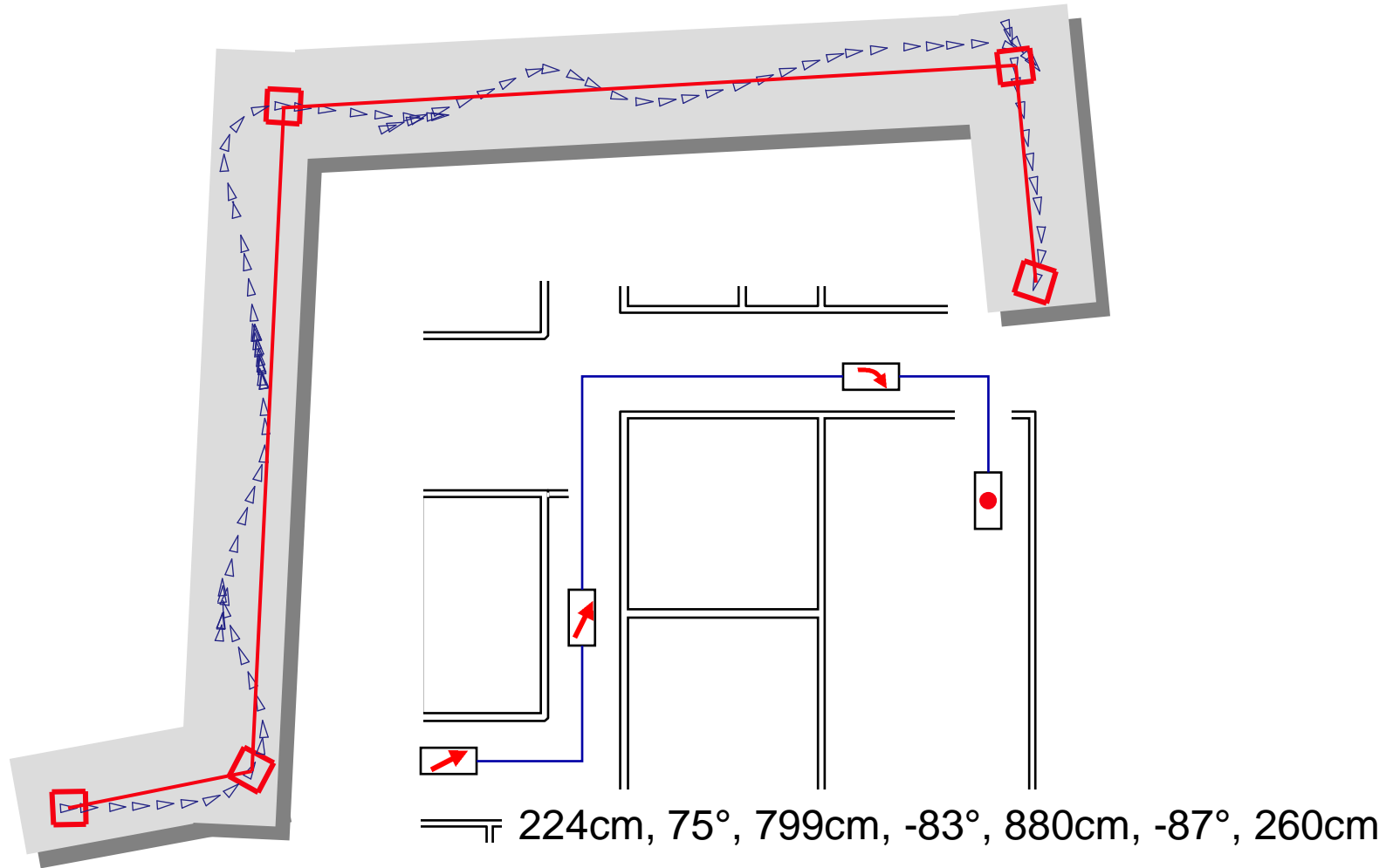
kommen wir in Sellia an.

Wir haben jetzt einen



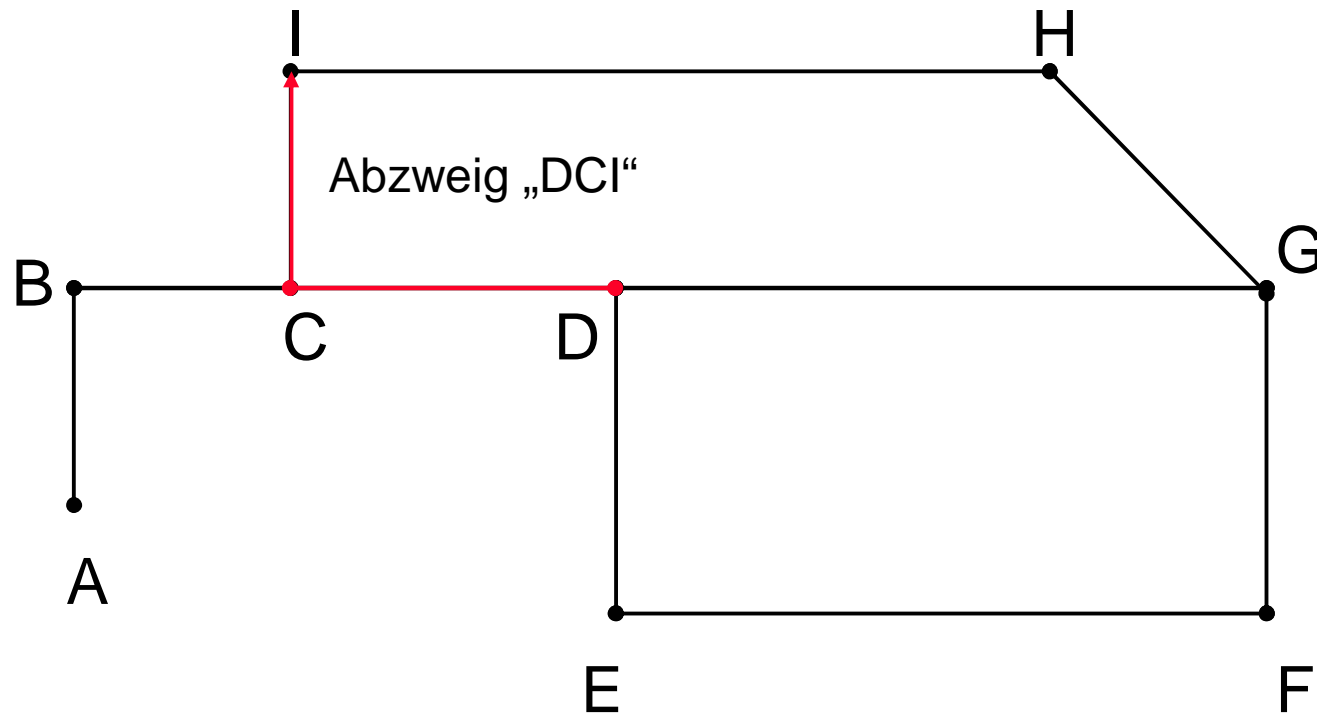


Modellierung der Situation



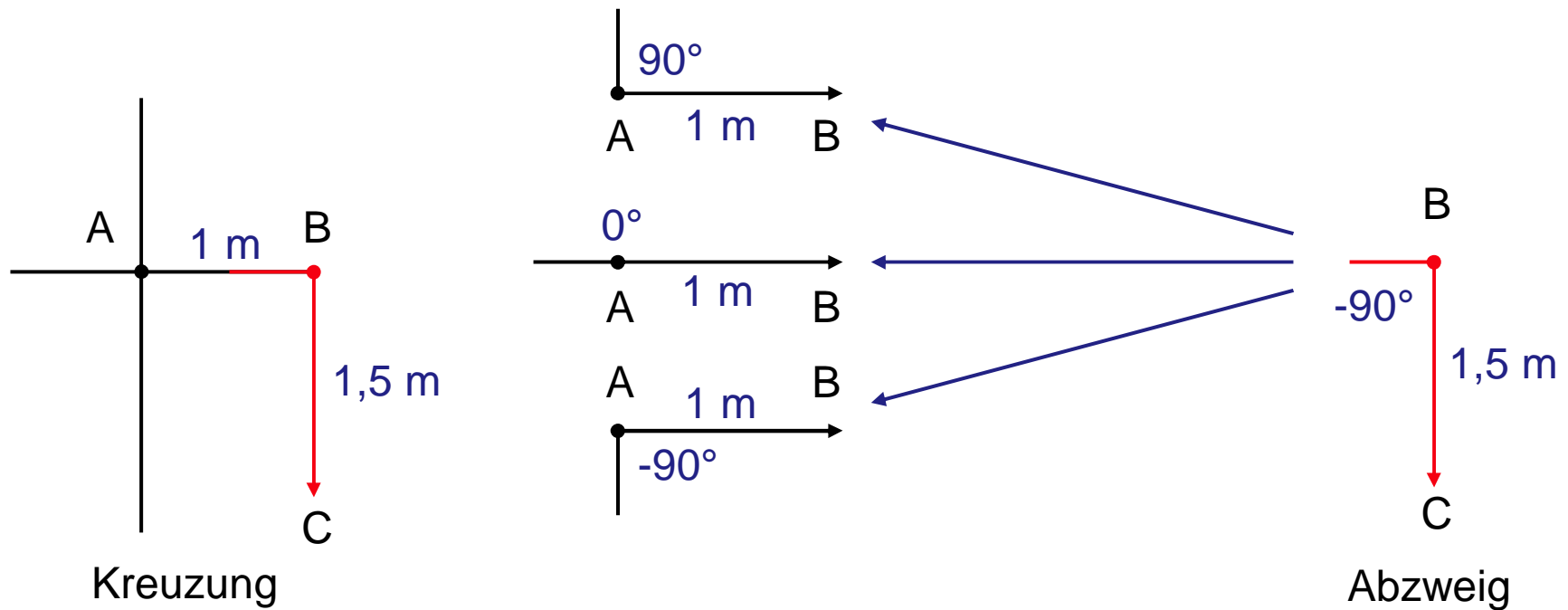


Modellierung der Umgebung



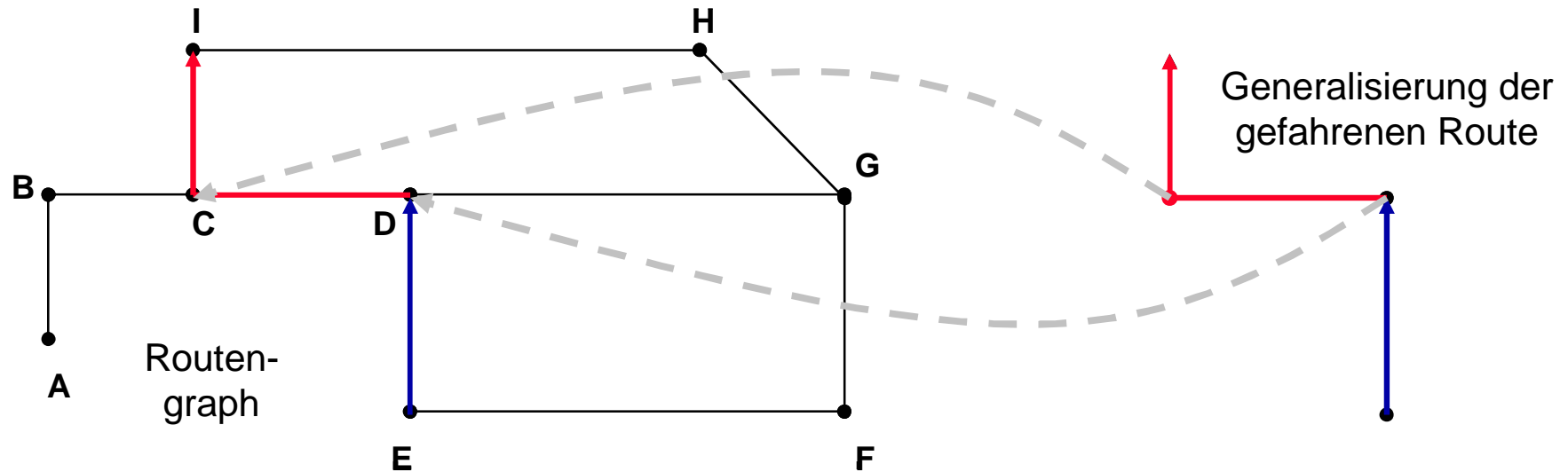
Routengraph – Abzweige

- ▶ Winkel
- ▶ Länge der ausgehenden Strecke
- ▶ Liste der eingehenden Abzweige



Induktiver Ansatz

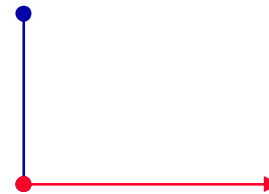
- ▶ Idee: Zuordnung von Routen-Ecken zu Graph-Knoten
- ▶ Zweiteilige Zuordnung
 - ▶ Ecke passt direkt auf Abzweig
 - ▶ Rest der generalisierten Route passt bis zum Abzweig



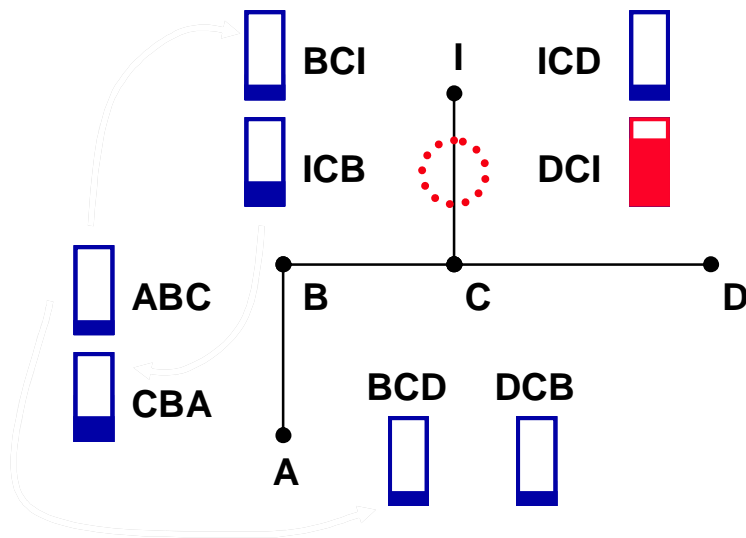
Probabilistische Selbstlokalisierung

► Kriterien

- Passqualität der bisherigen Route
- Winkelähnlichkeit
- Segmentähnlichkeit



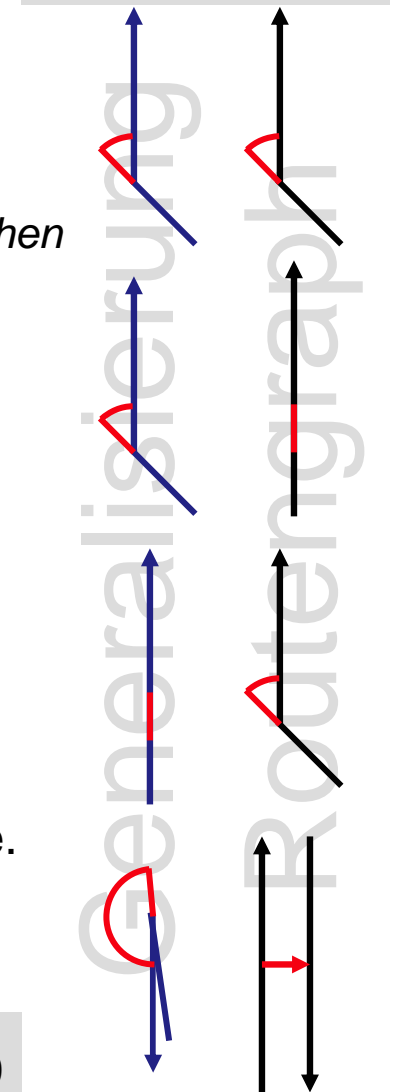
► Inkrementelle Anpassung der Aufenthaltswahrscheinlichkeiten



- Aufenthaltswahrscheinlichkeit
- Ausgangsbasis: Gleichverteilung
- Regelmäßige Update-Schritte
- Bei Bedarf Weiterpropagierung
- Hypothese über Roboterposition (Abzweig, Abstand)

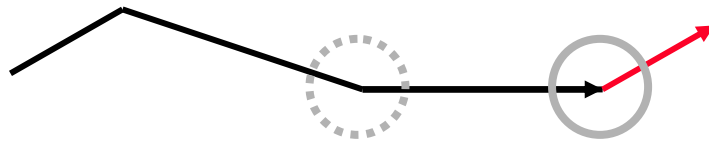
Ecken passen – Möglichkeiten

- ▶ **Unterscheidung von Wahrscheinlichkeiten dafür, dass**
 - ▶ die vorher generalisierte Ecke wirklich vorhanden war, ...
 - ▶ *Eckwinkel hat Ähnlichkeit zu Winkel eines Abzweigs im Routengraphen*
 - ▶ ... die vorher generalisierte Ecke irrtümlich erkannt wurde, ...
 - ▶ *Eckwinkel hat Ähnlichkeit zu 0°*
 - ▶ ... eine Ecke übersehen wurde, ...
 - ▶ *Winkel der Abzweige im Routengraphen haben Ähnlichkeit zu 0°*
 - ▶ ... an der vorher generalisierten Ecke im Gang gewendet wurde.
 - ▶ *Eckwinkel hat Ähnlichkeit zu 180°*

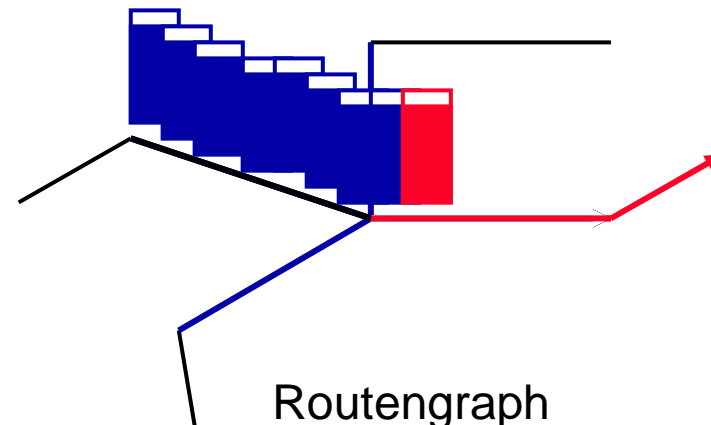


Weiterpropagierung

- ▶ **Initiiert nach Erkennen einer Ecke in der gefahrenen Route**
- ▶ **Anpassung der Hypothesen**
 - ▶ Wechsel in neuen Abzweig
 - ▶ *Kandidatensuche unter den Vorgängern*
 - ▶ Verbleib im selben Abzweig
 - ▶ *Annahme: Generalisierte Ecke existiert in der Realität nicht*



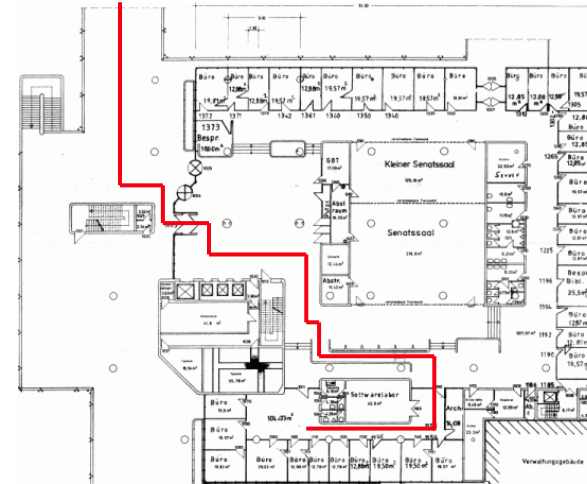
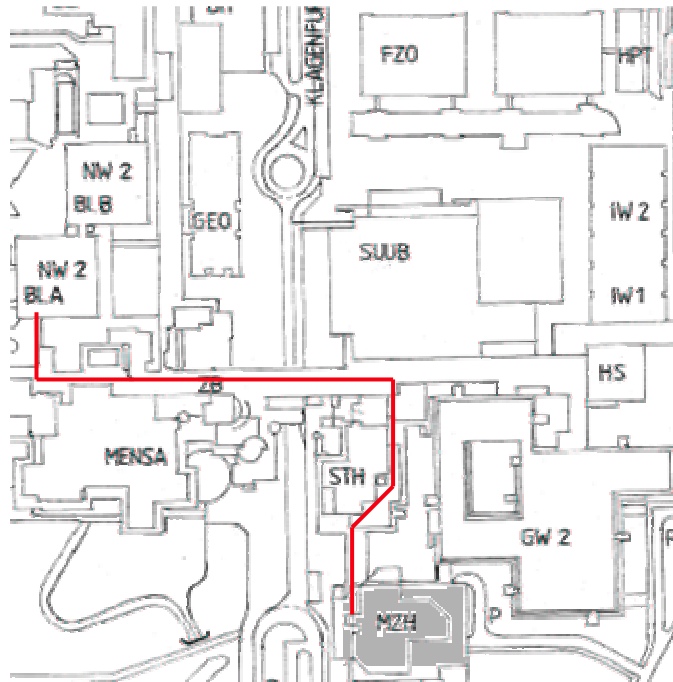
Route



Routengraph

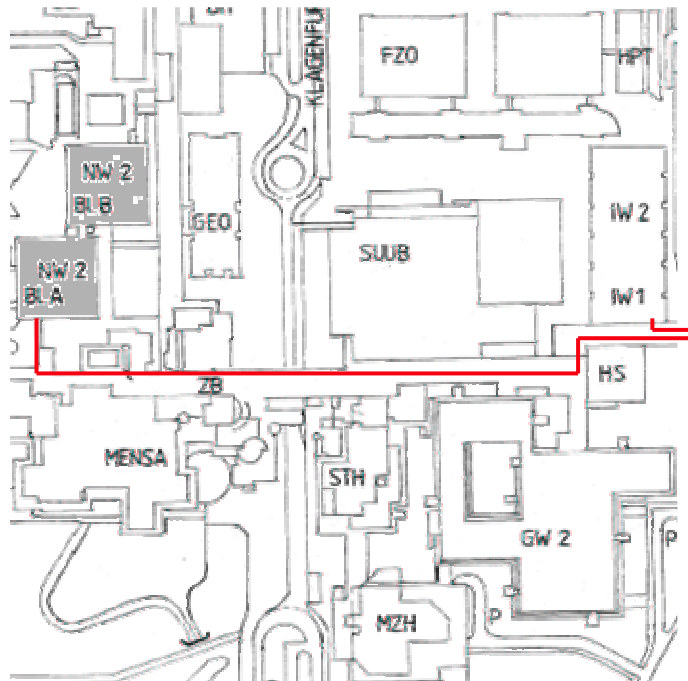


Navigation im Innen- und Außenraum



- Gebäude: Mehrzweckhochhaus

Navigation im Innen- und Außenraum

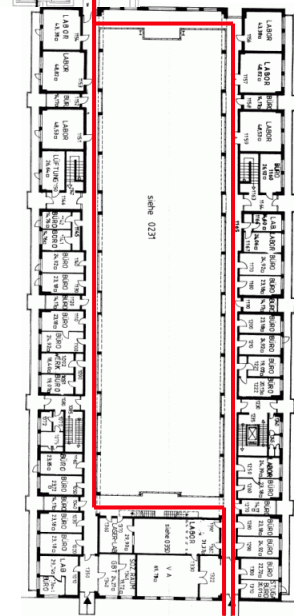
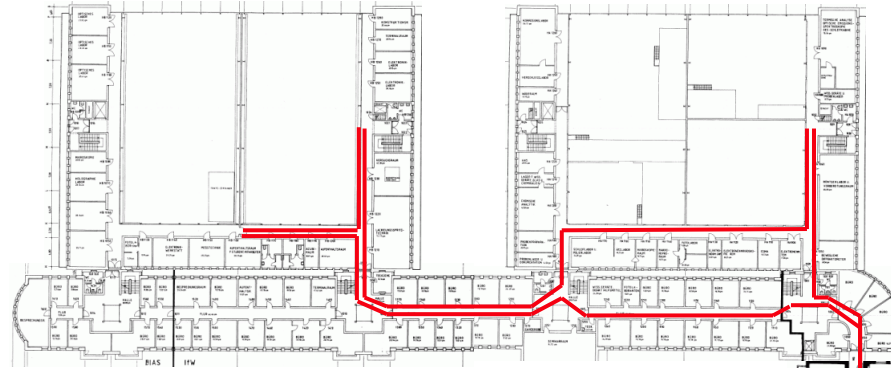
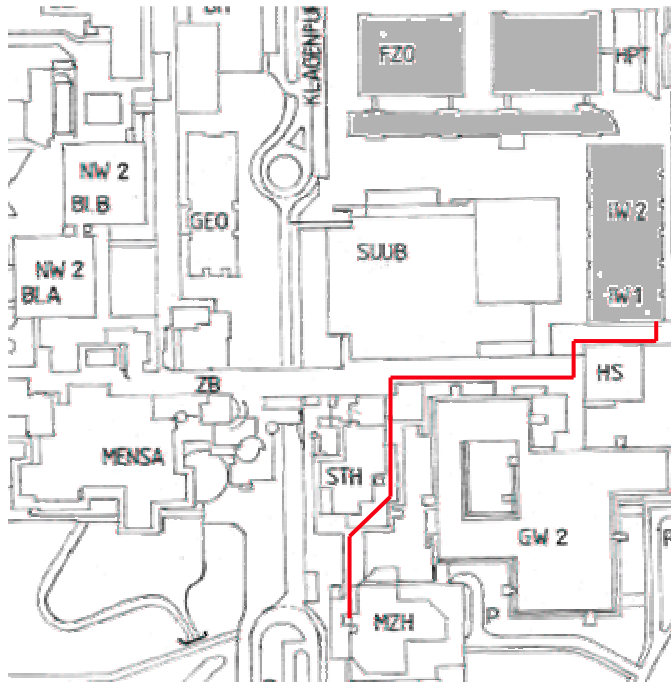


► Gebäudekomplex: NW 2





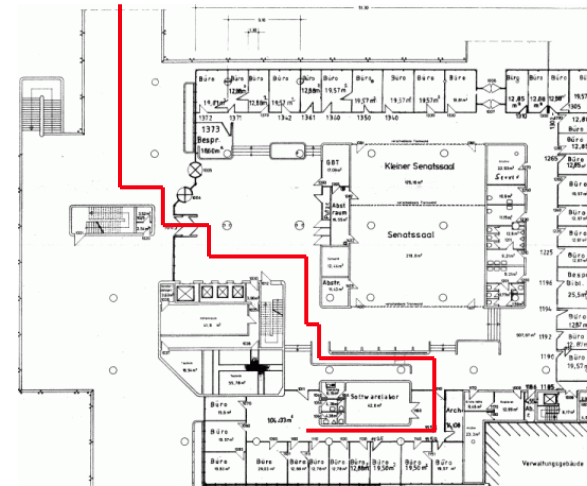
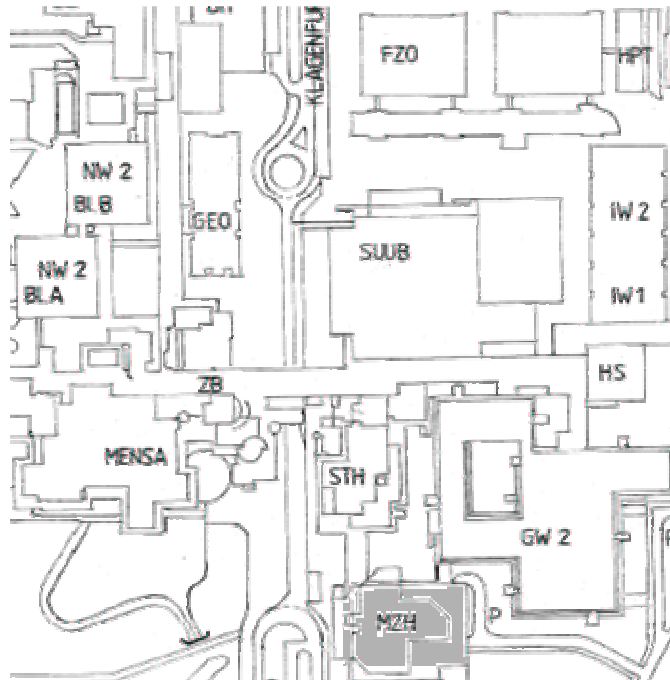
Navigation im Innen- und Außenraum



- ▶ Gebäudekomplex: IW + BIBA



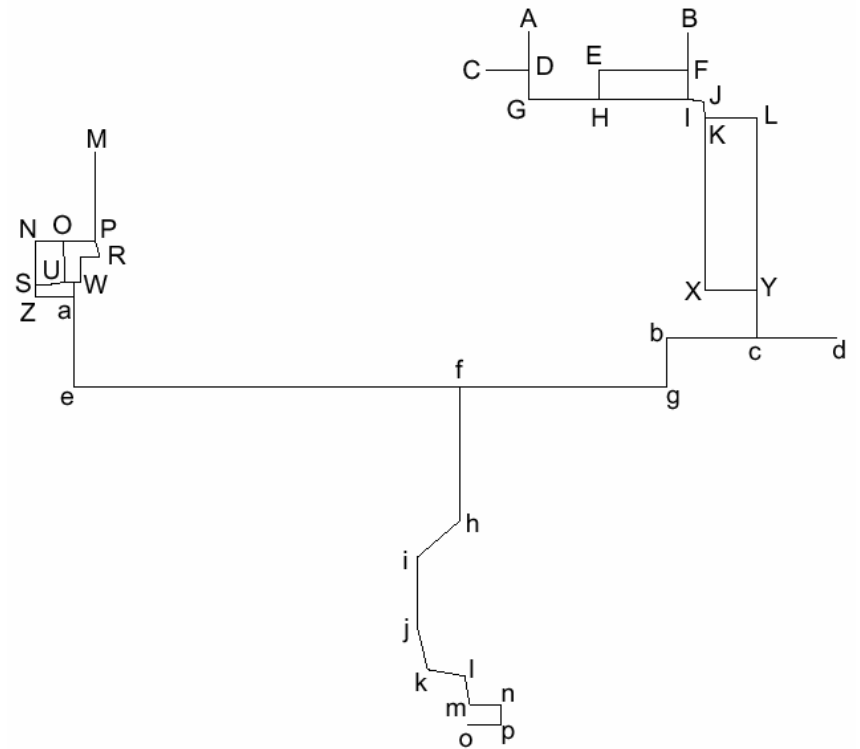
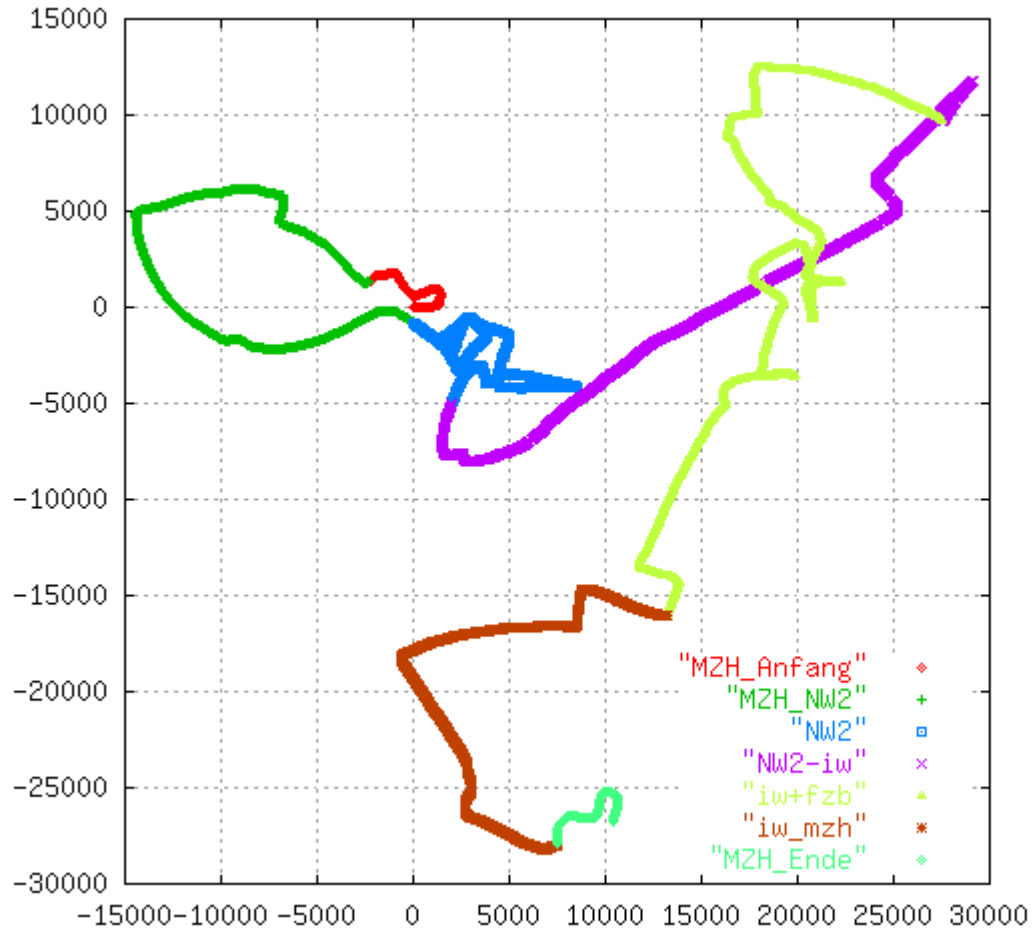
Navigation im Innen- und Außenraum



- ▶ **Gebäude: Mehrzweckhochhaus**
- ▶ **Gesamtstreckenlänge 2176 m**

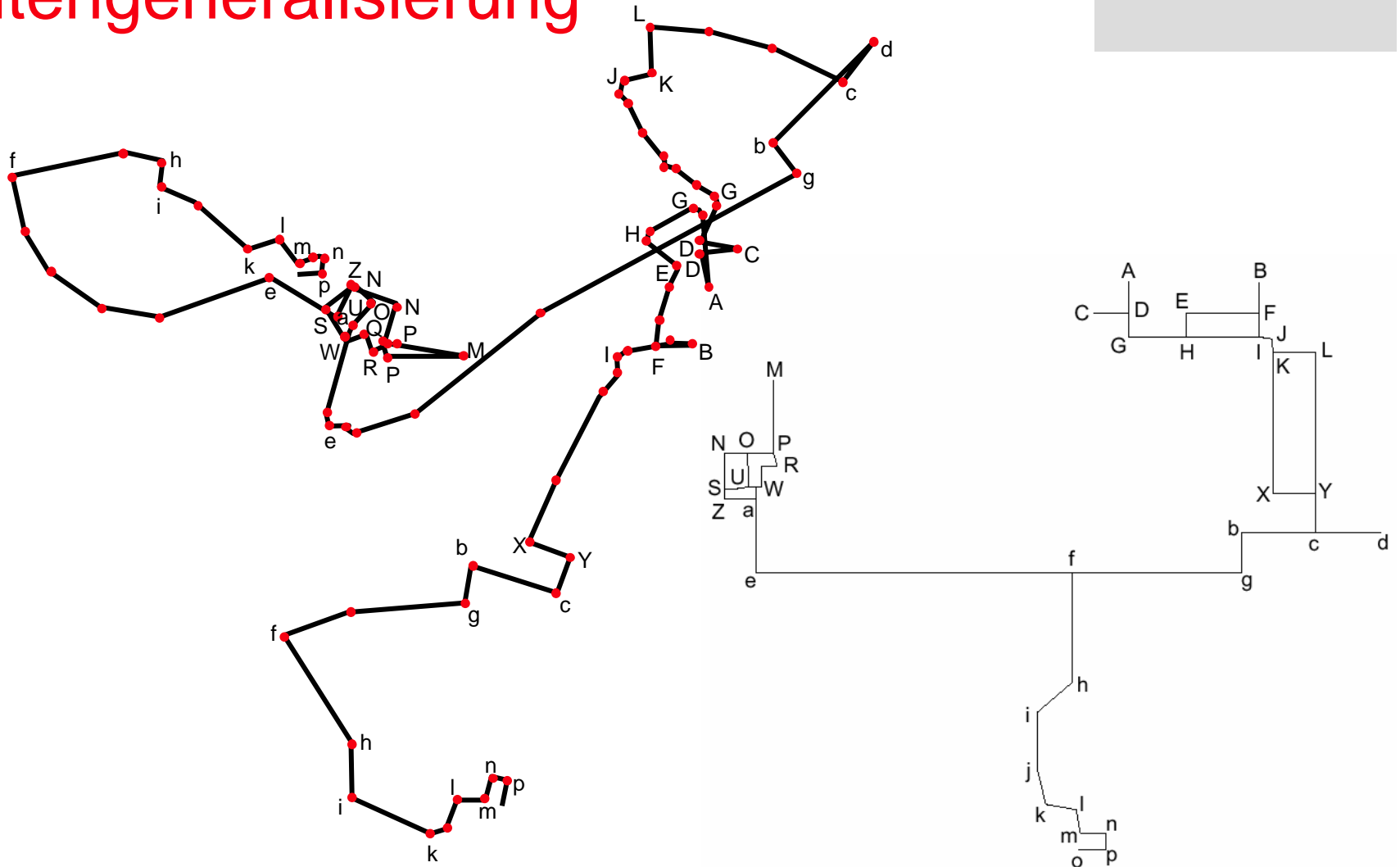


Odometrie-Daten





Routengeneralisierung



Ausblick

- ▶ **Datenbasis**
 - ▶ Routengraphen während der Fahrt generieren
 - ▶ Lösung der Ortsintegration
- ▶ **Algorithmus**
 - ▶ Schnelleres Auflösen von Mehrdeutigkeiten
 - ▶ *Routengraphen um Merkmals-Vektoren ergänzen*
 - ▶ *Dialog mit Fahrer*
 - ▶ Hybride Repräsentation
- ▶ **Anwendung**
 - ▶ Routenassistent
 - ▶ Navigationsassistent

